Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE
A. KÜHN · M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

41. JAHRGANG **HEFT 1** (ERSTES JANUARHEFT) **1954**

INHALT:

Seite

AUFSÄTZE.

Der große Nordsee-Sturm vom 31. Januar und 1. Februar 1953. Von M. Rodewald 1

Über chemotherapeutisch wertvolle Chinonderivate. (Vorläufige Mitteilung.) Von S. Petersen und G. Domagk . . 10

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über eine neue Siliziumdioxyd-Modifikation mit Faserstruktur und Kettenmolekeln. (5. Mitteilung über Siliziumchalkogenide.) Von Al. Weiss und Ar. Weiss 12

Critical constants of normal Paraffins. Von Y. P. Varshni . . 12

Zerlegung von Stoffgemischen und Identifizierung von chemischen Substanzen durch Verdampfen und Kondensieren in einem Wärmegradienten. Von M. Behrens und A. Fischer 13

Molekulargewichtsbestimmungen an Cellulosenitraten in der Ultrazentrifuge. Von G. Meyerhoff 13

On the Reaction of Keto acids with Amino acids. Von K. V. Giri, G. D. Kalyankar and C. S. Vaidyanathan 14

Preparation and Hofmann Rearrangement of benzilic acid amide. Von A. Rahman and M. O. Farooq 15

Die Reaktion von p-Nitro-benzol-diazonium-chlorid mit Diazomethan; eine neue Sextettumlagerung. Von R. Huisgen und H.-J. Koch 16

Phasenmikroskopie der Rasierklinge. Von S. Yamaguchi . . 16

Purification of Lipase obtained from *aspergillus niger*. Von C. V. Ramakrishnan 16

Serienuntersuchungen mit Hilfe einer neuen Form der Streifen-Papierchromatographie. Von W. Matthias 17

Modifizierte eindimensionale Papierchromatographie für quantitative Zwecke. Von E. Schwerdtfeger 18

Über die papierelektrophoretische Trennung der Tuberkulostatika Paraaminosalicylsäure (PAS) und Isonikotinsäurehydrazid (INH). Von W. Smolarek und G. Dlugosch. . 18

Über Piperazin als Reagens zur Unterscheidung aromatischer Endiole auf Papierchromatogrammen. Von G. Schenck und J. Härtel 18

Paper ionophoresis of alkaloids. Von D. P. Burma 19

Fluoreszenzmikroskopischer Nachweis der Speicherung von Berberin in Chondriosomenäquivalenten von Bakterien in vivo. Von A. Krieg 19

Über die innertherapeutische Wirkung von Cyanamid. Von W. H. Fuchs und H. D. Kunz 20

Über die Beeinflussung der Thrombinaktivität durch Kalium-Natrium-Polyphosphat (Tammansches Salz). Von M. Frimmer und K. Pfleger. 20

Die Wirkung des sichtbaren Spektralbereiches der optischen Strahlung auf das periphere Blutbild. Von E. Spode . . . 21

Über experimentell induzierte vermutliche Plasmonmutationen. Von P. Michaelis 22

Nachweis der biologischen Wirksamkeit elektrischer Wechselfelder niedriger Frequenz. Von R. Reiter 22

Über einen rasch ablaufenden Adaptationsvorgang nach Blendung. Von F.-J. Haberich 23

Erfolgreiche Homotransplantation der Haut unter Calcistin-Permalon-Behandlung bei Kastraten. Von P. Schäfer . 24

BESPRECHUNGEN.

N. P. Henry, H. Lipson and W. A. Wooster, The Interpretation of X-Ray Diffraction Photographs. (Ref.: K. Schubert) 24

C.H.F. Müller Aktiengesellschaft Hamburg Röntgenwerk

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Mattkée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20 %. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:
Lange, Maxwell & Springer Ltd., 242 Marylebone Road, London N.W. 1

Springer-Verlag
Berlin • Göttingen • Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebenso gut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik

Zusammengestellt von Professor Dr.-Ing. habil. **Ulrich Graf**, Düsseldorf und Dr.-phil. **Hans-Joachim Henning**, Rheydt-Odenkirchen. Mit 9 Abbildungen. VI, 102 Seiten. 1953. DM 9.—

Inhaltsübersicht: A. Formeln. — B. Beispiele. — C. Tabellen. — D. Nomogramme. — Literatur.

Während der mathematische Fachstatistiker die Formeln und Zahlentafeln seines Arbeitskreises in den Hand- und Lehrbüchern der mathematischen Statistik findet, wünscht der statistisch arbeitende Ingenieur eine kurze und handliche Zusammenstellung, die ihm die wesentlichen Formeln, Tabellen und Nomogramme übersichtlich liefert. Das hier vorliegende Bändchen ist der Versuch einer solchen Zusammenstellung. Dem Charakter der Formelsammlung gemäß ist auf jede Beweisführung und Ableitung verzichtet.

Die Auswahl der Formeln, Tabellen und Nomogramme, von denen die wesentlichsten durch eine Reihe knapper Beispiele verdeutlicht sind, ist unter dem Gesichtspunkt der technisch-statistischen Anwendung erfolgt.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

41. Jahrgang Heft 1 (Erstes Januarheft) 1954

Der große Nordsee-Sturm vom 31. Januar und 1. Februar 1953.

Von MARTIN RODEWALD, Hamburg.

Denken wir nun, wie bei dem schnellen Umschwung des Erdballs diese stürmisch-feuchte Tendenz, von dem großen Westmeere her, über England hereinstürmt . . ., so blicken wir denn freilich in ein Unendliches hin, welches zu durchschauen unsere Geistesorgane vielleicht unfähig sind.

GOETHE (in einem Brief an ZELTER, Herbst 1828).

1. Die Sturmflut, die am 1. Februar 1953 morgens insbesondere die Niederlande heimsuchte und hier zu einer solchen Katastrophe führte, daß der nationale Notstand ausgerufen werden mußte, war nach VAN KUFFELER [*1*] wahrscheinlich die schwerste holländische Sturmflut seit der *St. Elisabeths-Flut* vom Jahre

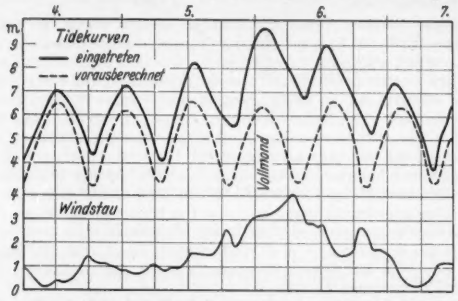


Fig. 1. Sturmflut am 5. bis 6. November 1911. Pegelstation Husum (nach H. SCHELLING).

1421. P. J. WEMELSFELDER [*2*] hat die an den niederländischen Pegeln beobachteten höchsten Wasserstände in der Nacht vom 31. Januar auf den 1. Februar 1953 verglichen mit den Wasserständen der vier schwersten Sturmfluten nach 1800 (meist in den Jahren 1825, 1894, 1906 und 1916). Bei der jüngsten Flut wurden die vorher bekannten Höchststände meist in der Größenordnung von 30 bis 60 cm überschritten, bei rund einem Viertel der Pegelstationen sogar um 60 bis 83 cm!

Die wasserkundliche Seite der Sturmflut soll uns hier nicht beschäftigen: wie vielleicht bei den vielen Deichbrüchen in Holland der Wellenschlag mitgewirkt hat — wie sich andererseits der „Windstau" des Wassers auch an Küsten mit *ablandigem* Wind (z. B. an der Themsemündung bei Nordwestwind, aber auch an holländischen Leeküsten) noch so erheblich auswirken konnte — und weshalb in den Niederlanden das Gebiet der Inseln und Landstriche um Wester- und Oosterschelde, Rhein- und Maasmündung so besonders schwer betroffen wurde. Neben rein deichbaulichen Fragen spielen hier wohl auch solche der künstlichen Vertiefung und Begradigung von Fahrwassern seit dem vorigen Jahrhundert sowie die der Küstensenkung an der südlichen Nordsee hinein.

Unbestritten ist die Berechtigung des Namens „Sturmflut": es sind die *Stürme*, welche die Wassermassen der See über das flachere Küstenvorfeld treiben, sie in die Buchten und Flußmündungen drücken und dermaßen durch *Windstau* den wechselnden Gezeitenhub des Wassers (Springtide, Nipptide) mehr oder minder vergrößern können, wenn der Wind auf die betreffende Küste steht. Fig. 1 nach H. SCHELLING [*3*] zeigt, wie sich bei einer mehrtägigen stürmischen Westlage die tatsächliche Gezeitenkurve von Husum (Westküste Schleswig-Holsteins) fortdauernd über der vorausberechneten bewegte und wie es dabei zu mehreren Sturmfluten, darunter einer bei Springflut (um Vollmond) kam, ohne daß sich die Eintrittszeiten des Hochwassers und Niedrigwassers wesentlich gegenüber den vorausberechneten verschoben. Wenn das Sturmmaximum aber scharf ausgeprägt ist und „abseits" der normalen Flutzeit liegt, kann es auch zu solchen Deformationen der Gezeitenkurve kommen, wie sie Fig. 2 — nach SCHELLING [*4*] — für die Sturmflut des 10. Februar 1949 in Husum zeigt. Dies ist der absonderliche Fall, daß ein Westorkan eine Verspä-

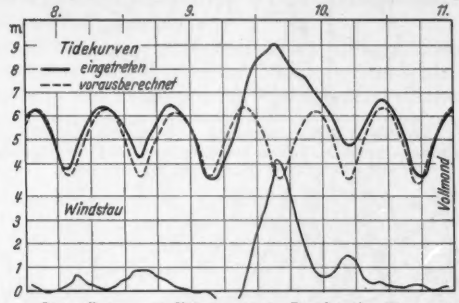


Fig. 2. Sturmflut am 10. Februar 1949. Pegelstation Husum (nach H. SCHELLING).

tung des Hochwassers um beinahe 6 Std bis fast zur Zeit des vorausberechneten Niedrigwassers bewirkte. So konnte das seltene Ereignis eintreten, daß es in 24 Std nur *ein* Hoch- und Niedrigwasser gab und daß der Windstau in Husum den Rekordwert von rund 5,7 m erreichte[1]).

TOMCZAK [*5*] hat diese bemerkenswerte Februarflut 1949 eingehend behandelt.

Wir erwähnten diese Dinge nur, um darzutun, daß auch an den Küsten, wo das regelmäßige Auf und Ab der astronomischen Gezeiten *die* ins Auge fallende und in vieler Hinsicht bedeutsame Erscheinung ist, der Wind der große Störer ist. Er bringt in das mit kosmischer Gesetzmäßigkeit ablaufende und daher (mit Gezeitenrechenmaschinen) weit voraus berechenbare Spiel von Ebbe und Flut ein Element der Aperiodizität, der Unsicherheit und zugleich der potentiell größten Wirksamkeit — kurz: das *meteorologische* Element. Wobei anzumerken wäre, daß die Hydrographen (in Deutschland des Sturmflutwarndienstes, früher der Deutschen Seewarte, jetzt des Deutschen Hydrographischen Instituts in Hamburg) nach empirisch-statistisch und theoretisch gestützten Methoden recht zuverlässige *Sturmflutprognosen* und *-warnungen* geben können, wenn ihnen der Meteorologe eine zutreffende Prognose der Windentwicklung liefert.

Was also an der schweren Sturmflutkatastrophe vom 1. Februar 1953 den Naturwissenschaftler besonders interessieren wird, das sind die meteorologischen Ursachen; und damit soll sich die folgende Untersuchung befassen.

2. Schon der Blick auf eine Karte des Nordseegebietes lehrt, daß die gefährliche Windrichtung für Holland die allgemeine Richtung *Nordwest* ist, wenn

[1]) Der Windstau wird in Meter Wassersäule ausgedrückt. (Differenz „eingetretener minus vorausberechneter Wasserstand".)

der Sturm etwa parallel zur Ostküste Schottlands und Englands auf die niederländische Küste zu bläst. Die letzten niederländischen Hochfluten von 1906, 1916 und 1953 bestätigen, daß Nordwestlagen den exzessiven Wasseranstieg bewirkten. Konstruiert man die mittlere Luftdruckverteilung über der Nordsee in der

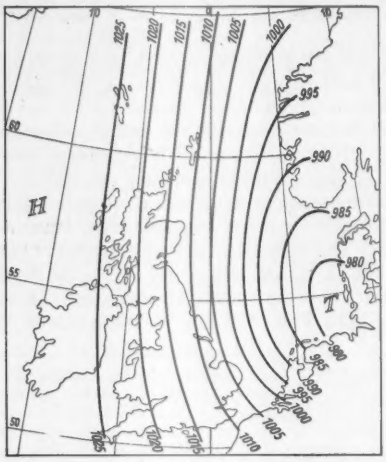


Fig. 3. Mittlere Luftdruckverteilung über der Nordsee während der Sturmflutnacht 31. Januar auf 1. Februar 1953. Durchschnitt der vier Ablesungen (22h, 01h, 04h und 07h MEZ).

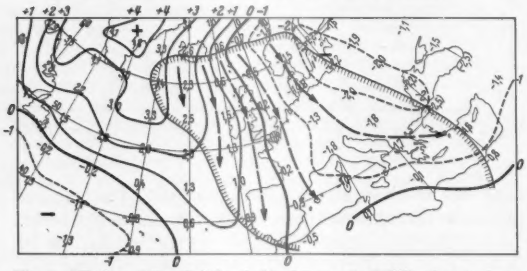


Fig. 4. Mittlere Jahresluftdruckabweichung (in Millibar) 1952 (vom Normalwert 1874 bis 1933) und (umrahmt) Gebiet mit „Nordwesttendenz".

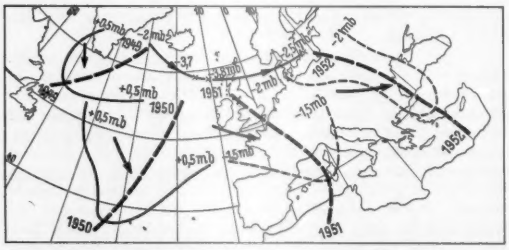


Fig. 5. Die Verschiebung der negativen Jahresluftdruckabweichung und der zugehörigen Troglinien von 1949 bis 1952.

Nacht vom 31. Januar auf 1. Februar 1953, indem man Luftdruckmittelwerte aus den 4 Terminbeobachtungen vom 31. Januar, 22 Uhr, 1. Februar, 01, 04 und 07 Uhr MEZ bildet, so ergibt sich das in Fig. 3 dargestellte Bild: Ein Tief unter 980 mb über der Deutschen Bucht, hoher Druck über 1025 mb westlich England, dazwischen ein enormes Druckgefälle, das in einem etwa über die Doggerbank verlaufenden Streifen seinen größten Wert erreicht. Diese Luftdruckkarte deutet schon an, daß im „Fall 1953" nicht bloß das Tief zu dem großen Druckgefälle und damit dem Sturm führte, sondern auch das westlich angrenzende nachdrängende Hoch.

Da gemeinhin die Auffassung besteht, daß in unserer Zone der Wechselwitterung eine Unbestimmtheit des Gesamtgeschehens dominiere — bei aller Kausalität des *Einzel*vorgangs in der Atmosphäre — und daß insbesondere die plötzlichen Wetterkatastrophen einer mehr (oder rein) zufälligen Kombination verschiedener Umstände entspringen, so erscheint es uns angebracht, zunächst zu zeigen, daß der Große Nordseesturm 1953 das Glied einer Kette ähnlicher Lagen ist, daß er *im Zusammenhange steht mit einer langzeitlichen atmosphärischen Zirkulationstendenz.*

Wir sahen, daß „zu tiefer Druck" in der östlichen Nordsee, „zu hoher Druck" westlich der Britischen Inseln die Sturmlage kennzeichnete. Fig. 4 stellt die mittlere Druckabweichung des verflossenen *Jahres 1952* dar (vom Normalwert 1874 bis 1933), und man erkennt: Zu tiefer Luftdruck in der östlichen Nordsee (und zentral in der Ostsee), zu hoher Druck westlich der Britischen Inseln war *das* Kennzeichen der mittleren Zirkulation schon im Jahre 1952. Bei der normalen Jahres-Druckverteilung verlaufen die Isobaren über der Nordsee etwa von Westsüdwest nach Ostnordost, so daß der Südwestwind dominiert. Unsere Abweichungskarte besagt, daß dieser Normalverteilung im Jahre 1952 *eine Tendenz zu Nordwest- bis Nordwinden* überlagert war, denn negative und positive Druckabweichung lassen sich lesen als überlagerte Tief- bzw. Hochdruckgebiete.

Diese *Nordwest-Tendenz*, wie wir sie nennen wollen, im Jahre 1952 war nicht das Ergebnis weniger extremer Monate dieses Charakters, sondern zeigte sich im verflossenen Jahr öfter mehr oder minder deutlich (zuletzt September, November, Dezember) und verursachte unter anderem den zu kühlen Sommer und Herbst 1952 im Nordseegebiet und in den angrenzenden Ländern. Wenn man die große Vielfalt der wechselnden Tageswetterlagen bedenkt und dazu die Tatsache, daß die Einzelindividuen der Hochs und Tiefs mit ihren warmen und kalten Luftströmungen meist in rascher Wanderung begriffen sind, so mag einem das *Mittel* über diesen Wirrwarr — eine Übereinanderzeichnung von nur 100 Wetterkarten würde ihn tatsächlich zeigen — als ein Zufallsrest, eine Abstraktion ohne reale Bedeutung erscheinen. Um so merkwürdiger ist es, daß sich jedenfalls *manchmal* eine gewisse Gesetzmäßigkeit in den Anomalien und ihrer Abfolge zeigt.

Eine Betrachtung der Jahresdruckabweichungen von 1949 bis 1952 läßt erkennen, daß (s. Fig. 5) 1949 eine negative Anomalie von 2 mb südwestlich Island auftrat, daß 1950 und 1951 eine solche von 3,7 bis 3,8 mb westlich Schottland herauskam und 1952 die von 2,5 mb über der östlichen Ostsee. Es ist also, wenn nicht eine Wanderung, so doch eine Verschiebung in allgemeiner Richtung Ostsüdost zu erkennen. Die Abweichungslinien der Einzeljahre zeigen dabei trogartige südliche Ausbuchtungen um die erwähnte Negativabweichung des Drucks, wie es in Fig. 5 durch jeweils *eine* charakteristische Linie angedeutet ist. Denkt man sich die (negativen) jährlichen Druckabweichungen als Höhenlinien, so entstehen trogartige, nach Süden hin ansteigende Täler. Die in Fig. 5 dick gezeichneten, gestrichelten Linien geben die Fallinien der Täler an, also den Weg, den bei einem wirklichen Tal etwa ein Bach benutzen würde. Man nennt sie Troglinien oder auch Trogachsen. Auf der Westflanke, der „Rückseite" dieser Tröge trat die „*Nordwesttendenz*" in Erscheinung, die in Fig. 5 durch die Pfeile auf der Westseite der Trogachse angedeutet wird. So ergibt sich eine *Verlagerung der Nordwesttendenz vom Nordwestatlantik über den Ozean hinweg nach Europa von 1949 bis 1952.* Und so betrachtet, stellt der Nordseesturm vom Ausgang Januar 1953 kein isoliertes Phänomen dar, sondern ist die kurzfristige Übersteigerung einer längerzeitlichen atmosphärischen Tendenz.

Wir wollen hier am Rande erwähnen, daß auch andere Wetterkatastrophen der jüngsten Zeit als Ausflüsse und *Gipfel einer langzeitlichen Tendenz* aufgefaßt und eingeordnet werden können. Zum Beispiel sind die von DE QUERVAIN und Mitarbeitern [6] behandelten großen Lawinenkatastrophen in den Schweizer Alpen vom Januar und Februar 1951 (die größten seit mindestens 1887/88) und ebenso die Flutkatastrophe des Po vom November 1951, über die REICHEL [7] schrieb, mit dem Vordringen der Nordwesttendenz nach dem Ostatlantik und Westeuropa 1951 verknüpft und mit jenem „Tiefdrucktrog", der noch im *Jahresmittel* 1951 über Westeuropa in Erscheinung tritt (Fig. 5). Ähnliches gilt auch für säkular einmalige Wetterkatastrophen der Neuen Welt: So ist die Ursachwetterlage für das gewaltige Kansas-Hochwasser des Sommers 1951, das einen Schaden von über 500 Millionen Dollar verursachte und das größte seit 1844 war — vgl. W. CALEF [8] —, nicht nur in der Zirkulationsabweichung des Jahres 1951 selbst gespiegelt, sondern schon in der von 1950 „vorbereitet". Und eigentümlicherweise hatte sogar schon das *Jahrzehnt*mittel 1941 bis 1950 des Nieder-

schlages für den Staat Kansas die größte positive Abweichung (+ 13,9 %) von allen Staaten der USA [9].

Es soll hiermit nicht gesagt sein, daß nun *jedes* besondere und zu Großschaden führende Wetterereignis einer atmosphärischen Allgemeintendenz — als deren Übersteigerung — entspringt. Jede solche Tendenz, wie etwa die jüngste Nordwesttendenz im Raum um die Britischen Inseln, hat kürzere Perioden ausgeprägter Herrschaft — diese z. B. von Mai bis Dezember 1952 etwa die vom 25. bis 30. Mai, 9. bis 14. Juni, 17. bis 25. Juni, 12. bis 31. Juli, 22. bis 24. August, 2. bis 6. September, 16. bis 28. September, 4. bis 11. Oktober, 31. Oktober bis 13. November, 13. bis 19. Dezember —, die dann wieder von „Gegentendenzen" durchbrochen werden. Dabei *kann* natürlich auch die Gegenwetterlage zu einem extremen Wetterereignis führen.

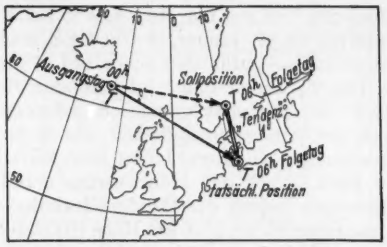


Fig. 6. Sollbahn und tatsächliche Bahn eines Tiefzentrums im Mittel aus 10 Fehlprognosen (September 1952 bis Februar 1953).

Aber die Wahrscheinlichkeit hierfür scheint doch deutlich geringer zu sein als die, daß der Sonderfall im Zuge der vorherrschenden Tendenz liegt. So hatte auch der große Nordseesturm von Ende Januar 1953 verschiedene Vorläufer, von denen wir nur den Orkneysorkan vom 15. Januar 1952 erwähnen, nach R. G. Ross [*10*] der furchtbarste bis dahin dort registrierte Orkan mit Spitzenböen von 160 bis über 200 km/h, und den britischen Orkan vom 17. Dezember 1952, bei dem z. B. in Cranwell der bis dahin höchste Böenwert (fast 180 km/h) für eine Binnenlandstation in Großbritannien gemessen wurde [*11*] und der nach DOUGLAS [*12*] in Stornoway auf den Hebriden ein Stundenmittel des Windes von 102 km/h brachte — etwas mehr noch als der jüngste Katastrophensturm in Holland. Bei beiden Stürmen war die Generalrichtung *Nordnordwest*.

Daß die Beachtung bestimmter langzeitlicher Zirkulationstendenzen auch von praktischer Bedeutung sein kann, äußert sich in folgendem: In den Kissinger Vorhersagekarten [*13*] des Jahres 1952 trat bei entsprechender Wetterlage, *falls* ein Fehler in der für den nächsten Tag vorhergesagten Position eines ostatlantischen Tiefs auftrat, ganz überwiegend der auf, daß die Position *nicht weit genug südlich* prognostiziert war. In Fig. 6 ist das Mittel aus 10 Fällen starker Abweichung vom September 1952 bis Februar 1953 dargestellt; die tatsächliche Position des Tiefzentrums weicht von der Sollposition der Vorhersagekarte um etwa 6 Breitengrade nach Süden ab. Natürlich gibt es außer diesen ausgewählten „schlechten" viele bessere Fälle von Positionsvorhersagen. Aber man gewinnt fast den Eindruck, daß eine in der Tageswetterkarte nicht zum Vorschein kommende und daher unberechenbare Tendenz langzeitlicher Art — hier die „Nordwesttendenz" — die Entwicklung zu häufig wiederholten Malen in eine bestimmte Richtung zu drängen suchte und drängte. So zog auch im Falle unseres Nordseesturms das schuldige Tief nicht die Sollbahn der Kissinger Prognose, nämlich in Richtung Südschweden — Seegebiet Gotland, sondern wich von ihr nach Süden ab und bewegte sich auf Hamburg zu.

Leider vermag die Meteorologie einstweilen noch so gut wie nichts über das Zustandekommen der längerdauernden Zirkulationsanomalien auszusagen, deren Bedeutung für langfristige Witterungsprognosen auf der Hand liegt. Es sei daher nur beiläufig vermerkt, daß, *wenn* sich die in den letzten Jahren zu beobachtende Bewegung der Jahresanomalien fortsetzen sollte, für Mitteleuropa eine beachtliche Hochdrucktendenz 1953/1954 herauskommen würde. Der Monat März 1953, in dem eine gewaltige positive Druckabweichung (+ 17 bis 18 mb) über den Britischen Inseln auftrat, nachdem im Januar und Februar 1953 eine solche von + 10 mb westlich Irland gelegen hatte, liegt jedenfalls eindeutig in der erwähnten Richtung. Eine längerfristige Katastrophenvorhersage läßt sich naturgemäß noch weniger geben, denn ob und wann eine erkannte Zirkulationstendenz eine temporäre Übersteigerung erfahren wird, darin fehlt uns noch jeder Einblick. Immerhin aber ist dem Wetterprognostiker in solchen Tendenzen ein gewisses „Achtung!"-Zeichen gegeben, bei entsprechender Entwicklung der allgemeinen Wetterlage den latenten „Hang der Atmosphäre" zu berücksichtigen.

3. Wenn so, wie wir zeigen konnten, der in Frage stehende Nordseesturm als *Möglichkeit* mehr als gewöhnlich „in der Luft lag", so bietet seine *Entwicklung und Erscheinungsweise* doch manches Besondere. An ihm zeigt sich wieder einmal jene Variationsbreite der Entwicklungsmöglichkeiten im atmosphärischen Geschehen, aus welcher der bekannte Unsicherheitsfaktor in den Prognosen des Wetterdienstes resultiert.

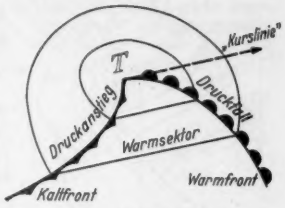


Fig. 7. Zyklonenmodell.

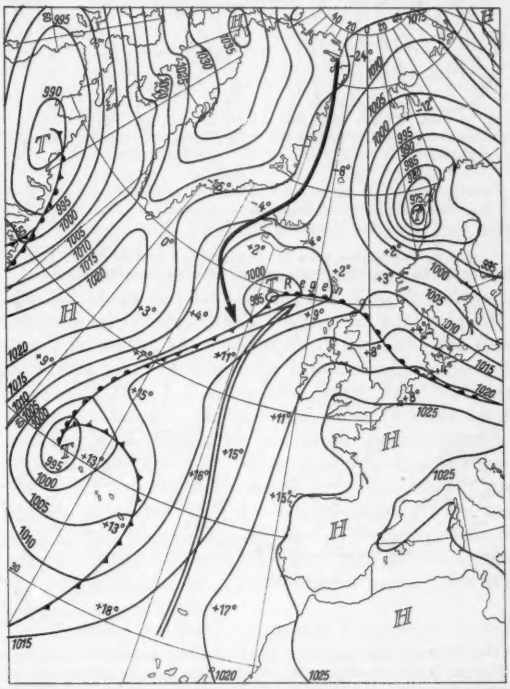


Fig. 8. Wetterlage vom 30. Januar 1953, 01 Uhr MEZ. Das Tief im Jugendstadium westlich der Hebriden.

Es darf an dieser Stelle das sog. norwegische Zyklonenmodell (BJERKNES und Mitarbeiter) als bekannt vorausgesetzt werden, mit Warmfront, Warmsektor und Kaltfront, bei dem der stärkste Druckfall vor der Warmfront, leichterer Druckfall oder Gleichbleiben des Drucks im Warmsektor, Druckanstieg hinter der Kaltfront auftritt. Auf diese Weise verlagert sich eine solche Warmsektorzyklone etwa in der Richtung, die durch die Isobaren im Warmsektor angezeigt wird — oder durch die Tangente an die Warmfront im Zyklonenmittelpunkt, die man deshalb wohl auch als „*Kurslinie*" bezeichnete (Fig. 7).

Fig. 8 zeigt — mit der Wetterlage vom 30. Januar, 01 Uhr MEZ — das spätere Orkantief in seinem

Jugendstadium über dem Seegebiet westlich der Hebriden. Daß dies Tief sich intensivieren würde, war vorauszusehen und wurde vorausgesehen. Wie durch die *Pfeile* in der Fig. 8 angedeutet, war der „Zubringerdienst" von Warmluft und Kaltluft in das Strömungssystem der jungen Zyklone gut organisiert, indem

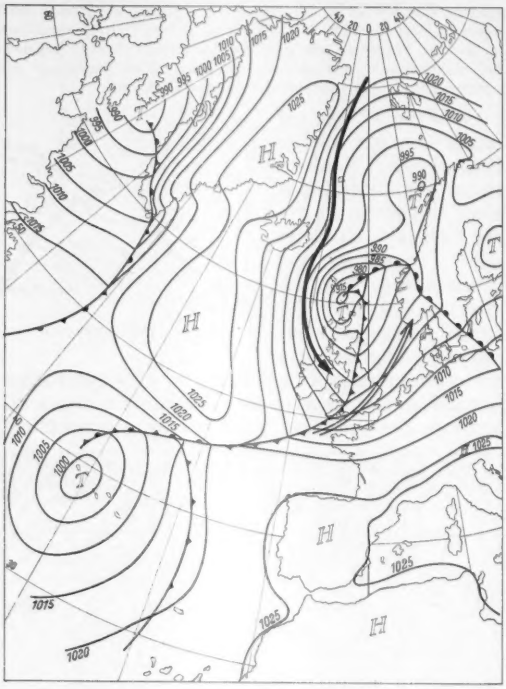


Fig. 9. Wetterlage vom 31. Januar 1953, 01 Uhr MEZ. Das Sturmtief im Reifestadium nördlich Schottland.

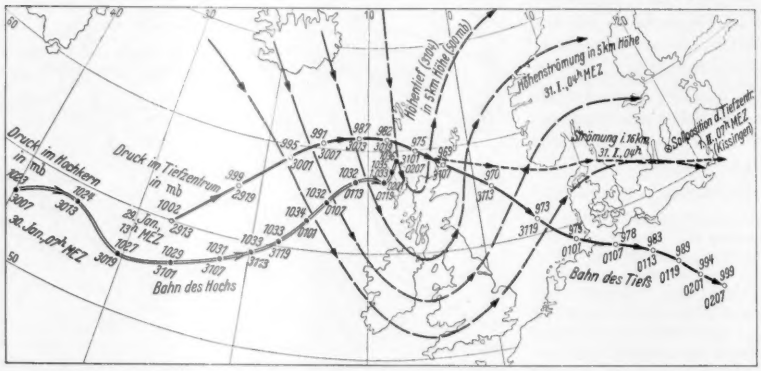


Fig. 10. Bahn der Sturmzyklone (vom 29. Januar mittags bis 2. Februar morgens) und Bahn des nachdrängenden Hochs (vom 30. Januar morgens bis 2. Februar morgens). Zum Vergleich: Verlauf der Höhenströmung am 31. Januar, 04 Uhr MEZ.

im weiteren Stromfelde eine *paarweise und entgegengesetzte* Anordnung von Hoch und Tief gegeben war (Lofotentief und Grönlandhoch im Norden, dazwischen Kaltluftadvektion; Azorentief und Südwesteuropahoch im Süden, dazwischen Warmluftadvektion). Strömt wie hier dem Warmsektor eines Tiefs Tropikluft aus dem „tiefen Süden" und der Rückseite des Tiefs Polarluft aus dem „hohen Norden" auf direktem Wege zu, so ist das meist ein sicheres Zeichen für Energiegewinn der Zyklone.

Nach dem Isobarenverlauf im Warmsektor sollte das Tief *zunächst* nach ONO ziehen — jedoch deutet die Umbiegung der Isobaren von Mittel- und Südengland aus nach Ost bis OSO (und ebenso die Höhenströmung) schon darauf hin, daß später eine Umbiegung in dieser Richtung zu erwarten war. Entsprechend nahm z. B. auch die Kissinger Vorhersagekarte das Tief für den Morgen des 31. Januar (07 Uhr) auf 985 mb vertieft im Skagerrak an. Dies wäre auch in Übereinstimmung mit der schon vor etwa 40 Jahren gefundenen GUILBERT-GROSSMANNschen *Regel* gewesen, daß ein Tief bzw. Tiefausläufer in etwa 24 Std mit Vorliebe nach der Stätte des vorgelagerten Hochdruckkeiles wandert. Ebenso hätte das Tief dabei eine Vorzugsstraße von Zyklonen verfolgt, die VAN BEBBERsche Zugstraße III, die von den Shetlands über das Skagerrak in Richtung Ostpreußen führt.

Jedoch das Tief zog nur etwa *halb so rasch wie erwartet* und lag am 31. Januar, 01 Uhr MEZ, noch nördlich Schottland — dafür aber schon auf 975 mb vertieft (s. Fig. 9). Dieser Fall zeigt besonders deutlich, wie stark die Fortpflanzungsgeschwindigkeit eines Tiefs von der Windgeschwindigkeit, die in der Höhe über ihm (auch vor ihm und hinter ihm) herrscht, abweichen kann. Nach den Höhenkarten und Höhenwindmessungen betrug die Windgeschwindigkeit am 30. Januar morgens in 5 bis 6 km Höhe (500 mb-Druckfläche) etwa *120 km/h*, in größerer Höhe sogar 170 km/h. Die Zyklone wanderte jedoch vom 30. Januar, 01 Uhr, bis 31. Januar, 07 Uhr MEZ, nur mit 30 km/h, also mit etwa 25 % der Höhenwindgeschwindigkeit in 5 km. Dies prozentische Verhältnis, von SCHERHAG [*14*] empirisch zu durchschnittlich 50 bis 60 % ermittelt, variiert von Fall zu Fall: weshalb ein Großteil von Fehlvorhersagen des Wetters daher rührt, daß die *Entwicklung* der Wetterlage zwar richtig erkannt, aber das *Tempo* über- oder unterschätzt wurde.

Die Zyklone ist also nicht einfach ein Wirbel, der in einer Generalströmung mit deren Richtung und Geschwindigkeit schwimmt, sondern sie zieht gewöhnlich nur etwa halb so schnell, wie die Geschwindigkeit der „steuernden" Strömung anzeigt[1]). Dabei nimmt gewöhnlich die *Rotation*, d. h. die Vertiefung der Zyklone, um so mehr zu, je geringer die *Translation*, die Fortbewegung der Zyklone, im Verhältnis zur Höhenströmung ist; die sog. *Schnellläufer*, die fast oder ganz mit der Höhenwindgeschwindigkeit wandern, vertiefen sich in der Regel kaum oder gar nicht. Man kann sich dies anschaulich so erklären, daß der Energievorrat, der im Falle des „Schnelläufers" für die Fortbewegung des Systems gebraucht wird, im entgegengesetzten Falle der Verstärkung der Rotation zugute kommt.

---

[1]) Eine Betrachtung der nach dem Luftdruck *gewichteten* Höhenströmung (Verhältnis etwa 500:1000 mb = $^1/_2$), d.h. die Berücksichtigung des translatorischen Massenflusses, kommt dem durchschnittlichen Sachverhalt näher.

Fig. 10 zeigt die *Bahn der Sturmzyklone* vom 29. Januar mittags bis zum 2. Februar morgens und die *Bahn des nachrückenden Hochdruckgebiets* vom 30. Januar morgens bis zum 2. Februar morgens. Aus dem Zusammenwirken der beiden Druckgebilde erst ergab sich der ungeheure „Rückseitensturm" des Tiefs. Einmal vertiefte sich, wie Fig. 11 erkennen läßt, die Zyklone, während sich *gleichzeitig* das angrenzende Hoch verstärkte; zum anderen wanderte das Hoch vom 30. bis 31. Januar viel rascher ostwärts als die vorgelagerte Zyklone: vom 30. bis 31. morgens mit etwa *50* km/h, während das Tief nur mit *30* km/h sich verlagerte. Die Verstärkung des Luftdruckgefälles

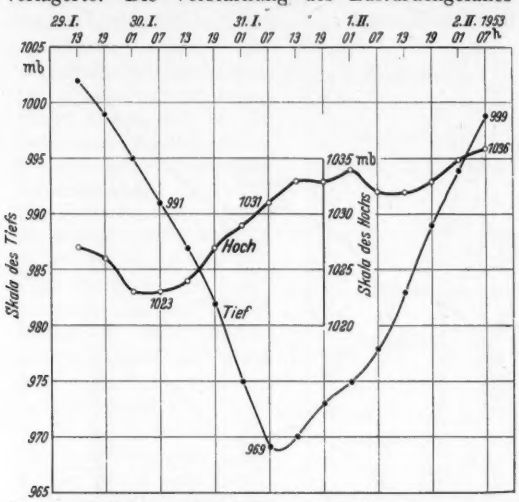


Fig. 11. Vertiefung und Auffüllung des Zyklonenzentrums vom 29. Januar bis 2. Februar 1953 (Druckverlauf bei Mitbewegung mit dem Zyklonenzentrum). Druckverlauf im nachrückenden Hochdruckkern zum Vergleich.

und damit des Windes durch diese drei, in *einer* Richtung wirkenden Faktoren (Vertiefung des Tiefs, Verstärkung des Hochs und Abstandsverringerung zwischen Hoch und Tief) ist schematisch in Fig. 12 dargestellt. Man mag hieraus ersehen, wie sehr es für den Synoptiker im Wetterdienst auf die *Zusammenschau* der verschiedenen Vorgänge des Gesamtfeldes ankommt, um das Resultat in Form einer richtigen Prognose vorwegnehmen zu können.

Zu welch tollen Abweichungen vom „Regelfalle" es bei den atmosphärischen Vorgängen kommen kann, demonstrierte das Sturmtief am 31. Januar. In Fig. 10 ist eingezeichnet der Verlauf der Höhenströmung oberhalb 5 km Höhe (500 mb-Druckfläche) am 31. Januar, 04 Uhr MEZ, zu welchem Zeitpunkt das Zentrum des Sturmtiefs westlich der Orkneys liegt (s. Bahn). Würde das Tief der Höhenströmung folgen, müßte es nach dem Nordmeer in Richtung auf die südlichen Lofoten ziehen: In Wirklichkeit zieht es, wie die Bahn zeigt, *quer zu der über der Nordsee herrschenden südwestlichen Höhenströmung!* Bei der Annahme einer „stratosphärischen Steuerung" (10 bis 16 km Höhe) hätte das Tief immer noch nach Südnorwegen wandern müssen. Wenn die Kissinger Vorhersagekarte (auf Grund der Höhenkarte und Bodenkarte vom 31. Januar, 04 Uhr) das Tiefzentrum für den Morgen des 1. Februar an der Südspitze Gotlands annahm (s. Fig. 10), so ist das ein Zeichen, wie weit man schon eine Abweichung von der reinen „Schwimmverlagerung" des Wirbels einkalkulierte. Tatsächlich ging sie noch ein erhebliches Stück über die Erwartung hinaus — zum Glück für die Küsten der Deutschen Bucht, die bei einer Verlagerung des Zyklonenzentrums etwa nach Dänemark schwerste Sturmflut bekommen hätten (wenn auch wohl ohne die schweren Folgen wie in Südostengland und Holland). Daß das Tief auch *nicht* die „Warmsektor-Regel" (s. oben) befolgte, sondern schon am 30. Januar in das Gebiet seines Warmsektors hineinzuwandern begann, erhellt aus einem Vergleich der Fig. 8 und 9 mit der Zugbahnkarte (Fig. 10) und sei nur beiläufig erwähnt.

Das Sturmtief ist also nicht nur wegen seiner extremen Begleiterscheinungen und Folgen bemerkenswert, sondern unter anderem als Beispiel für die *Problematik des Steuerungsbegriffs*, die vom Verfasser gelegentlich bei der Behandlung von „Druckwellen als Selbstfahrern" schon angeschnitten wurde [*15*]. Trostreich bleibt es immerhin, daß der von F. MÖLLER [*16*] aufgestellte Satz, daß man „die Steuerung eines Tiefs am deutlichsten in *der* Druckverteilung erkennt, die den geradlinigsten und durch dieses Tief ungestörtesten Verlauf zeigt", noch am besten der Zugbahn gerecht wird. In Fig. 10 ist die über das Tiefzentrum (am 31. Januar, 04 Uhr) *in etwa 16 km Höhe* gehende Strömungslinie (Isobare) eingezeichnet, die über das Skagerrak nach Ostpreußen läuft — schon sehr in Abweichung von der Strömung in etwa 5 km Höhe, welche durch den in Bodennähe entstandenen Sturmwirbel schon hochgradig mitbestimmt, „deformiert" wird. Wozu noch zu erwähnen ist, daß

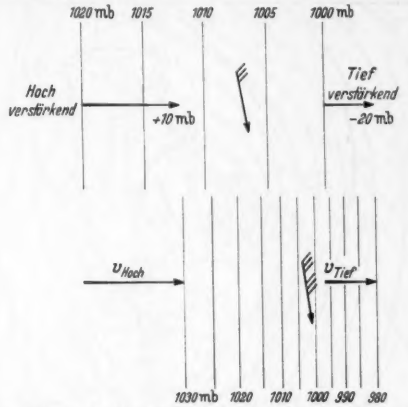


Fig. 12. Schema der Verstärkung des Luftdruckgradienten auf der Rückseite des Tiefs vom 30. bis 31. Januar 1953.

sich bis zum Abend des 31. Januar *ein Teil des Nordseetiefs* tatsächlich genau in der *Richtung zum Skagerrak* bewegte, ehe er als „nördliches Anhängsel" des kräftiger bleibenden südlichen Tiefs seine Bedeutung verlor.

Die formale Art der Druckgradientverstärkung auf der Rückseite des Tiefs wurde mit Fig. 12 erläutert. Es wäre damit aber immer noch nicht zum schlimmsten gekommen, hätte sich nicht in der Nähe des Tiefzentrums jene eigentümliche Isobarendeformation ergeben, die als sog. *Tiefdrucktrog* (kurz „Trog")[1]) heute nicht nur bei den Meteorologen, sondern auch schon bei den wetterkundigen Seefahrern mehr gefürchtet wird als jede Kaltfront mit ihren Böen. Der Chronist des großen Nordseesturmes kommt daher nicht um die kurze Beschreibung dieser Erscheinung herum. Die in Fig. 13 dargestellte Wetterlage vom 31. Januar, 04 Uhr MEZ, läßt zunächst den äußerlichen Unterschied zwischen dem „Frontausläufer" eines Tiefs und dem „Trog" erkennen.

Während die Isobaren an den Fronten mehr oder minder *V-Form* haben, tritt um den mit gestrichelter Linie — bezeichneten Tiefdrucktrog über Nordschottland eine *U-Form der Isobaren* hervor. Der Tiefdrucktrog enthält nach E. PALMÉN [*17*] keine Front und entspringt nach SCHERHAG [*18*] einem „dynamischen Druckfall" infolge divergierender Luftströmung, die sich hier schon in dem Auseinanderfächern der Isobaren *am Boden* von Schottland nach der Nordseekaltfront hin in ausgeprägter Weise zeigt. Allerdings

[1]) Tiefdrucktrog (kurz „Trog"): Meist frontloser Tiefausläufer hinter der Kaltfront oder Okklusionsfront eines Tiefs, also innerhalb der Rückseitenkaltluft eines Tiefs, in der Wetterkarte gekennzeichnet durch eine zyklonale, mehr oder minder U-förmige Isobarenausbuchtung, die sich in weiterem Abstande vom Tiefdruckzentrum allmählich verliert (vgl. Fig. 13 und Text auf S. 5 u. 6).

scheint manchmal auch die Herumführung von Warmsektorluft um die Nordseite des Zyklonenzentrums (gestrichelter Doppelpfeil in Fig. 13) an der Bildung des „Troges" beteiligt zu sein.

Die Trogbildung hat in unserem Falle zur Folge, daß der Druckanstieg hinter der Kaltfront nur bis Nordengland reicht; weiter nördlich tritt nach dem Durchgang der Kaltfront erneut *starker Druckfall* ein, der hier (um 04 Uhr) bei Nordostschottland und den Orkneys 8 bis 9 mb in 3 Std beträgt. Dieser *Trogdruckfall* ist damit jetzt der *stärkste Druckfall in dem Tiefdruckgebiet* überhaupt geworden, stärker als der vor der Warmfront und der vor der Kaltfront — und

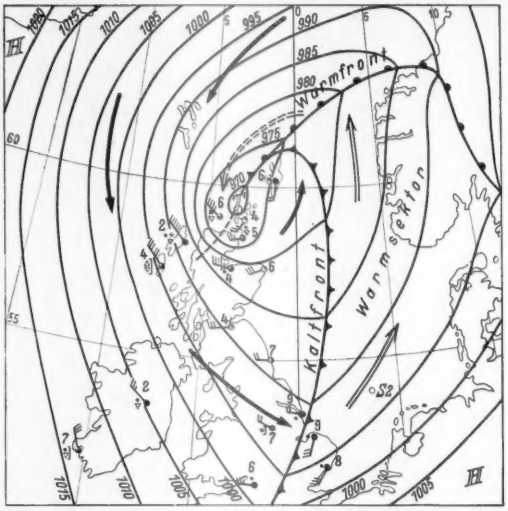


Fig. 13. Wetterlage vom 31. Januar 1953, 04 Uhr MEZ. Völlig asymmetrische Windstärkeverteilung um das Tiefzentrum; der Tiefdrucktrog mit dem Rückseitenorkan hat sich entwickelt.

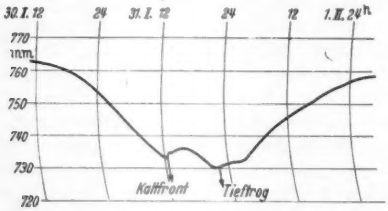


Fig. 14. Barogramm von Feuerschiff „P 8", 54°16′ N, 07°11,5′ Ost.

indem er südöstlich vom Tiefzentrum liegt, bestimmt er die weitere *Bahn* des Zentrums in Richtung auf die Deutsche Bucht.

Da nun gleichzeitig mit diesem starken postumen Druckfall der Druck über Südschottland etwa gleichbleibt, über den Hebriden sogar um 4 bis 6 mb in 3 Std *steigt*, so entwickelt sich auf der Süd- und Westseite des Troges ein außerordentlich steiles Druckgefälle: An der Nordwestecke Schottlands liegen die 5 mb-Isobaren nur etwa 35 km voneinander, was trotz der starken Isobarenkrümmung ($r = 180$ km) *orkanartigen Nordweststurm* von über 100 km/h (Gradientwind = 130 km/h) ergibt. Während also hinter der Kaltfront der Wind — entsprechend der Isobarenauffächerung — *abflaut* (s. Südostengland: SSW 6 auf WNW 4), entsteht um den Tiefdrucktrog die eigentliche *Orkanzone*.

Dies ist keineswegs ein Sonderfall: In der Deutschen Bucht sind z. B. fast *alle* orkanartigen, zu schweren Sturmfluten führenden Stürme an das Durchschwenken[1]) von Tiefdrucktrögen geknüpft, die durchschnittlich etwa *12 Std nach dem Kaltfrontdurchgang* das Gebiet passieren. So war es in typischer Weise bei der schweren Februarflut 1949 (Fig. 2 und [5]), so war es bei dem Orkan vom 27. Oktober 1936, der durch den Untergang des Feuerschiffes „Elbe I" trauervoll bekannt wurde (vgl. SCHERHAG [19]). Auch in unserem Falle verstrichen beim Feuerschiff „S 2" in der südwestlichen Nordsee (s. Fig. 13) etwa genau 12 Std zwischen Durchgang der Kaltfront (07 Uhr) und Durchgang des „Troges" (19 Uhr). Der Trog ver-

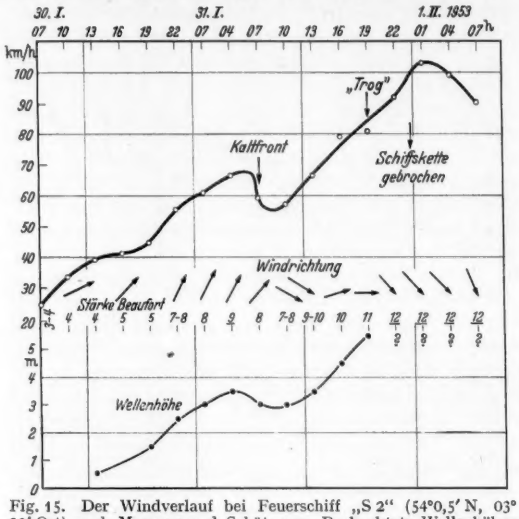


Fig. 15. Der Windverlauf bei Feuerschiff „S 2" (54°0,5′ N, 03° 32′ Ost) nach Messung und Schätzung. Beobachtete Wellenhöhen zum Vergleich.

lagert sich also *nicht* mit dem auf seine Achse stehenden Nordwestwind von 100 km/h — der im übrigen am 31. Januar noch weiter zunahm! —, sonst hätte der „schottische Trog" schon um 11 Uhr Feuerschiff „S 2" passieren müssen: Er bewegt sich nur etwa *halb so schnell*. Auch dies ein Zeichen, daß der Trog keine Front enthält, denn eine solche müßte sich etwa mit der „frontsenkrechten" Windgeschwindigkeit fortbewegen. Die Luft „saust durch den Trog hindurch", transportiert ihn dabei nur relativ langsam.

Das *Barogramm* des Feuerschiffes „*P 8*" (Fig. 14) spiegelt deutlich den *Kaltfrontdurchgang* am 31. mittags; dem scharf einsetzenden Druckanstieg folgt aber dann bald der „*Trogdruckfall*" von etwa 8 mb, und erst nach der Trogpassage am 1. Februar früh setzt der definitive „Rückseitenanstieg" ein. Dies Feuerschiff liegt nahe der Bahn des Tiefzentrums, wo die Winde nicht so heftig werden. Anders das Feuerschiff „*S 2*" nördlich der holländischen Küste, dessen Barogramm ganz ähnlich aussieht, aber durch die schwere Sturmsee in Mitleidenschaft gezogen ist. Wir bringen

[1]) Bei der Verlagerung selbständiger Druckgebilde (Tief, Hoch) spricht man von „wandern" oder „ziehen", während die Randerscheinungen eines Tiefs oder Hochs (Tiefausläufer, Front, Tiefdrucktrog, Hochdruckkeil) häufig „schwenken". Der Ausdruck „schwenken" besagt, daß der Angelpunkt der Verlagerung im Tief bzw. Hoch liegt, die Schwenkbewegung aber von der Verlagerung des Tiefs oder Hochs selbst (nach Richtung und Geschwindigkeit) erheblich abweichen kann.

statt dessen (in Fig. 15) für „S 2" den *Verlauf des Windes* nach Messungen (oben) und Schätzungen (unten) von 3 zu 3 Std. Wind und Seegang nehmen langsam zu bis zum Durchgang der Kaltfront (Drehung von SSW auf WNW), hinter der Kaltfront nehmen Wind und See vorübergehend ab. Dann aber naht der Tiefdrucktrog: Bei erneutem starkem Druckfall dreht der Wind nach WzS zurück und nimmt rapide zu. Mit der Trogpassage gegen 19 Uhr dreht der Sturm wieder nach West (später Nordwest) und wird orkanartig, während die *Wellenhöhe* (bei der letzten, vor Dunkelheit möglichen Beobachtung) den für die Nordsee extremen Wert von $5^1/_2$ m erreicht. Um Mitternacht bläst auf der Rückseite des Troges nach Schätzung voller *NW-Orkan Stärke 12* (nach Messung über 100 km/h), das Schiff vertreibt infolge Kettenbruch von seiner Position, morgens hören die Beobachtungen auf, man hat andere Sorgen. —

Vorher aber hatte dieser Nordwestorkan schon Unheil genug angerichtet: Um die Mittagszeit des 31. Januar über Schottland hinwegschwenkend, wurden nach H. M. STEVEN [*20*] dort die Wälder teilweise umgelegt, „as if a giant bulldozer had passed over them", nach Schätzung 35 Mill. Kubikfuß Holz. Und im Nordkanal zwischen Irland und Schottland fiel ihm die „Princess Victoria" mit 130 Fahrgästen zum Opfer [*21*].

Aus Fig. 13 ist zu entnehmen, daß die Zyklone am Morgen des 31. Januar in bezug auf Druckgradient und Windstärke schon ganz *asymmetrisch* geworden war: Dem orkanartigen Nordwest bei Nordwestschottland steht nur ein mäßiger Südwind Stärke 4 bei den Shetlands gegenüber — ja, hier schlief der Wind vorübergehend bis zur Stille ein, während an der Westseite der Orkneys der Sturm mit Stärke 11 bis 12 tobte. Es ist ein alter Erfahrungssatz, daß Zyklonen mit so *einseitig entwickeltem steilem Druckgefälle* das Bestreben zeigen, sich *mit dem stärksten Wind fortzubewegen*. Und hieraus sowie aus den im Wetterschlüssel mitgemeldeten Barometertendenzen der Stationen konnte in diesem Falle der Wetterdienst einen besseren Schluß auf die Fortpflanzung ziehen als aus der Höhenwindkarte, so daß z. B. *rechtzeitige Sturmwarnungen* und Orkanwarnungen für die südliche Nordsee erlassen werden konnten. Wenn dabei auch die Deutsche Bucht in die Orkanwarnung einbezogen und deswegen auch vor einer schweren Sturmflut gewarnt wurde, so, weil sich — bei der Lage des Tiefs

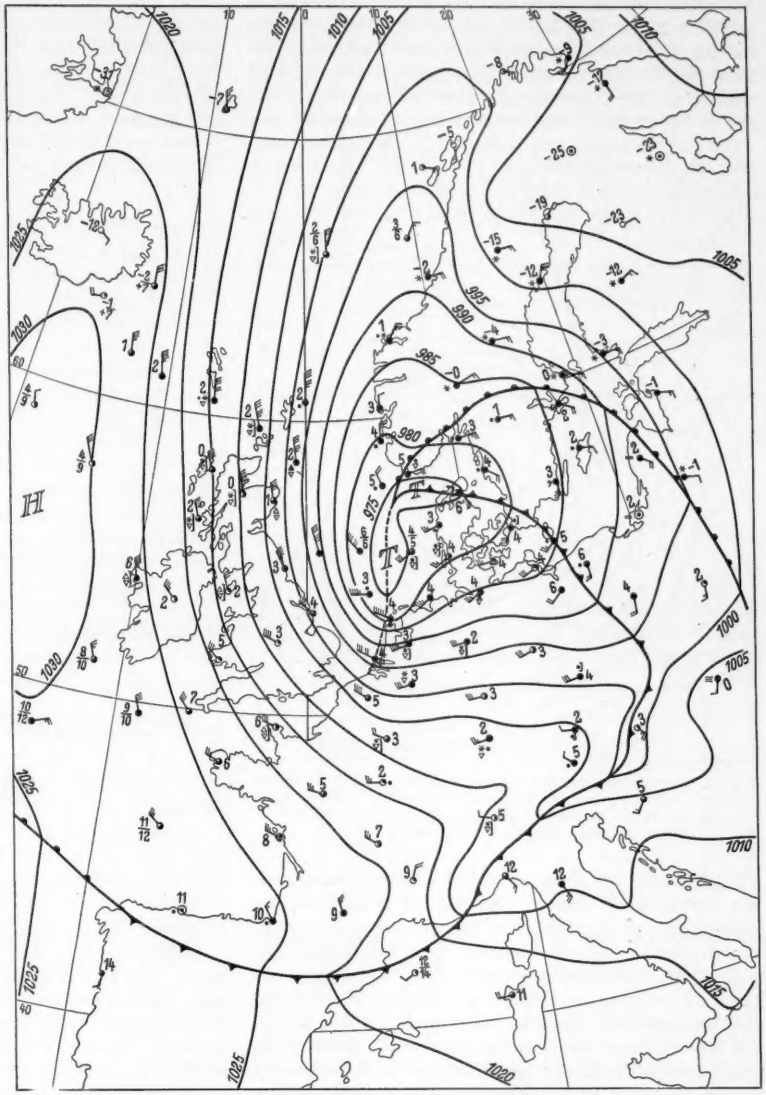


Fig. 16. Wetterlage vom 31. Januar 1953, 19 Uhr MEZ — etwa 6 Std vor Eintreten des Sturmflut-Hochwassers in Holland (01 Uhr MEZ, am 1. Februar 1953).

in der nördlichen Nordsee — die Ausbreitung des Orkanfeldes auf 100 bis 200 km genau noch nicht mit Bestimmtheit angeben ließ. Es mag dabei erwähnt sein, daß nach VAN UFFORD [*22*] auch der niederländische Warndienst (De Bilt) am 31. Januar gegen 17 Uhr MGZ eine Warnung vor „dangerously high tides" für die Nacht herausgab — eine Warnung, die er z. B. für den Bezirk Rotterdam seit seinem Bestehen (1916) noch nicht erlassen hatte.

Die Fig. 16 mit der Wetterlage vom 31. Januar, 19 Uhr MEZ, gibt noch einmal ein eindrucksvolles Bild

von dem nun voll entwickelten Nordseesturm. Zu diesem Zeitpunkt erreicht die um die Südseite des Sturmtiefs herumgeholte Kaltluft, in fächerförmiger Ausbreitung, bereits die Linie Südschweden—Ostalpen—Nordspanien, der *Tiefdrucktrog* trifft (mit dreistündigem Druckfall von 8 mb!) die Nordküste Hollands. Dadurch, daß von 16 bis 19 Uhr bei Feuerschiff „S 2" der Druck um 5 mb *fiel*, auf gleicher Höhe an der englischen Ostküste um etwa 7 mb *stieg*, ist jetzt das ungeheuer steile Druckgefälle, das 15 Std vorher an der Nordwestküste Schottlands lag, nach der südwestlichen Nordsee transponiert. Der deutsche

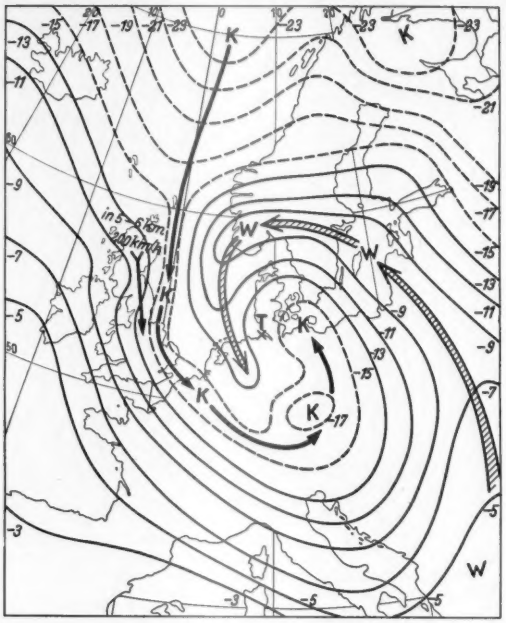


Fig. 17. Mitteltemperatur der Schicht 1000 bis 500 mb (~ untere Troposphärenhälfte, Boden bis 5 km Höhe) am 1. Februar 1953, 04 Uhr MEZ. Spiralige Umwickelung des Tiefzentrums (Elbmündung) durch wärmere und kältere Luft.

Fischdampfer „München" auf der Doggerbank meldet vollen NNW-Orkan, und weitere Fischdampfermeldungen auf der Route nach Island lassen erkennen, daß der Sturm erst jenseits der Färöer auf Stärke 9 bis 8 abklingt. Die außerordentliche *Länge der Sturmbahn* bis ins Nordmeer hinauf, bei nur leichter Krümmung der Isobaren, ist bemerkenswert und mit ein Grund für die Bildung der schweren *Sturmsee*, deren Ausprägung von der Länge der einheitlichen Anfachungsstrecke (fetch) abhängt. Deutlich läßt die merkwürdige Form des Tiefs noch die Gliederung in das *„Frontaltief"* (am Westausgang des Skagerraks) und das *„Trogtief"* (über der Nordsee) erkennen, das nun dem ersteren rasch den Rang abläuft.

Während nach dem Durchgang der Kaltfront des Tiefs partielle Aufheiterung (mit vereinzelten Schauern) einsetzte, bringt der „Trogsturm" über Holland wieder *bedeckten Himmel* und *anhaltende Regenfälle*, und diese dauern bis zum 2. Februar an, erst dann allmählich Schauern von Regen, Graupeln und Schnee Platz machend — ein zermürbendes Wetter für die durch die Flutkatastrophe obdachlos Gewordenen und auf Rettung Wartenden. Dieser in relativ schmaler Zone auftretende, gar nicht dem normalen „Rückseitenwetter" entsprechende Dauerniederschlag entsprang dem Aufgleiten bzw. der Hebung der im Norden um das Zyklonenzentrum in einiger Höhe herumgeführten Warmluft. Die Fig. 17, die Mitteltemperatur vom Boden bis etwa 5 km Höhe am 1. Februar, 04 Uhr MEZ, darstellend (vgl. [23]), läßt erkennen, wie sich um das Tiefzentrum (um diese Zeit an der Elbmündung) *Kaltluft und Warmluft förmlich herumwickeln.* Über Südnorwegen ist es fast 10° wärmer als über Westböhmen! Um diese Zeit reicht das Tief als abgeschlossener Wirbel schon bis in die obere Troposphäre, so daß sich der durch die Pfeile angedeutete Wickelungsprozeß von wärmerer und kälterer Luft

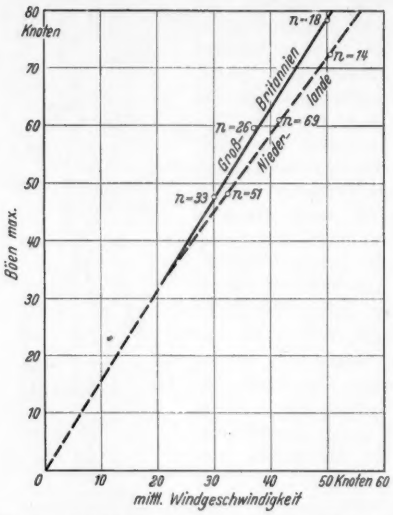


Fig. 18. Verhältnis der bei dem Sturm aufgetretenen Maximalböen zur mittleren Windgeschwindigkeit.

über lange Zeit fortsetzen kann. Der Niederschlag, der sich dabei an der Grenze von Warmluftzunge und Kaltluftzunge ergibt, nachts von Norwegen über Holland nach West- und Mitteldeutschland vorstoßend, fällt hier im Binnenlande meist als Schnee und führt besonders im rheinischen und hessischen Gebiet zu schweren, den Verkehr lahmlegenden Verwehungen.

Übrigens läßt die troposphärische Temperaturkarte Fig. 17 erkennen, daß das „Rückseitenhoch" von Irland bis Island schon relativ *warm* ist, und über Nordengland ergibt das starke Temperaturgefälle bei starkem Bodendruckgefälle einen Höhenorkan aus NNW von 200 km/h (in 5 bis 6 km Höhe).

4. Geben wir zum Schluß noch einige Daten, die den *Sturm als solchen und seine Wirkungen* charakterisieren! Die Schwere und die Schadenswirkung eines Sturmes wird wesentlich mitbestimmt durch die *Stärke der Böen.* Da die mittlere Windgeschwindigkeit nicht ausreicht zur Kennzeichnung der Verhältnisse, ist für die mit Böenmeßgerät ausgerüsteten Stationen eine Sondergruppe im Wetterschlüssel vorgesehen zur Meldung der Windgeschwindigkeit in den größten Böenstößen [alle Schlüsselangaben heute in Knoten (kn), wo 1 kn = 1 sm je Stunde = 1852 m je Stunde; 2 Knoten = rund 1 m/sec].

Wir haben aus einer Anzahl britischer Funkmeldungen (31. Januar, 10 bis 16 Uhr MEZ) und holländischer Funkmeldungen

(31. Januar und 1. Februar) die Maximalböen ≧ 70 kn, 55 bis 69 kn und 40 bis 54 kn herausgesucht, dazu die jeweilige mittlere Windgeschwindigkeit. In Fig. 18 ist das mittlere Verhältnis der Stufenwerte der Maximalböen zur mittleren Windgeschwindigkeit graphisch dargestellt, wobei der Linienverlauf gegen den Nullpunkt (Windstille) hin extrapoliert ist. Man sieht, daß z. B. in Großbritannien in 18 Fällen maximale Böenstöße von 78,7 kn im Durchschnitt gemeldet wurden bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 50,2 kn. Durchschnittlich ist das Verhältnis des Böenmaximums zur mittleren Windstärke = 3:2, was bedeutet, daß etwa bei Beaufortstärke 7 = 30 kn = „steifem Wind" *Sturmböen* (44 kn) auftreten, bei Beaufortstärke 9 = 44 kn ≈ „vollem Sturm" *Orkanböen* (66 kn). Daß die holländische Kurve etwas unter der britischen liegt, findet seine zwanglose Erklärung darin, daß die vertikale Luftschichtung über den Niederlanden infolge des Vordringens der skandinavischen Höhenwarmluft (s. Fig. 17) stabiler war als über den Britischen Inseln, über die sich die „reine Kaltluft" mit ihren Graupel- und Schneeschauern und entsprechend stärkerer Böigkeit des Sturmes ergoß.

In den Niederlanden war nach VAN UFFORD [*24*] die höchste Böengeschwindigkeit 40 m/sec (Leeuwarden), ein auch bei früheren Stürmen schon gemessener Wert. Im Mittel von 12 Stationen lagen die größten Böenstöße bei 33 m/sec; für dieselben Stationen brachte der Sturm vom 1. März 1949 ein Mittel der Maximalböen von 35 m/sec. Dieser Sturm von 1949 brachte auch höhere *mittlere* Geschwindigkeiten als der jetzige: höchstes Stundenmittel in IJmuiden 27 m/sec jetzt, gegen 29 m/sec damals. Der Sturm 1953 rechnet in Holland zwar zu den schwersten, war aber in bezug auf Schwere kein absoluter Gipfelpunkt. Wodurch sich hier der Sturm vor anderen auszeichnete, war seine *extrem lange Dauer*. So hatte IJmuiden 22 Std hintereinander ein Stundenmittel von mehr als 20 m/sec, davon 7 mit mehr als 25 m/sec (Windstärke 10).

Wesentlich größere Geschwindigkeiten des Windes und der Böen wurden in Schottland, auf den Shetlands und Orkneys erreicht. Böenstöße von *48 bis 51 m/sec* wurden an mehreren Stationen (so Kinloss, Kirkwall und Lerwick) registriert, ebenso mittlere Windgeschwindigkeiten (10 min) von *34 bis 36 m/sec* = volle Orkanstärke 12. Lerwick auf den Shetlands meldet um 16 Uhr MEZ schwersten Nordorkan von 70 kn (130 km/h, 36 m/sec) bei dichtem Schneetreiben mit 1800 m Sicht und — 2°, muß allerdings hinzufügen „wind speeds still estimated owing to blocked anemo". Daß das ärgste Wetter mit dem Durchgang des *Tiefdrucktroges* verbunden war und einen Gipfel von vielleicht 1 bis 2 Std Dauer hatte, zeigen die nachfolgenden Meldungen von Aberdeen (Schottland):

10 Uhr MEZ: WNW 45 kn, Maximalböen 75 kn
13 Uhr MEZ: NW *60* kn, Maximalböen *88* kn
16 Uhr MEZ: NzW 50 kn, Maximalböen 83 kn
(60 kn = 110 km/h = 31 m/sec; 88 kn = 164 km/h = 45 m/sec).

Das maximale Druckgefälle, das bei dem „Elbe I-Orkan" nach SCHERHAG 8 mb auf 100 km, bei dem nordfriesischen Orkan vom Februar 1949 10 mb auf 100 km erreichte, betrug auf der Rückseite des „Troges" vom 31. Januar 1953 — von Schottland bis Nordholland hin — *über 12 mb* auf 100 km Distanz. Wozu allerdings bemerkt werden muß, daß die im Falle 1953 wesentlich stärkere Isobarenkrümmung ein allzu extremes Anwachsen der Windstärke hintanhielt (Zentrifugalbeschleunigung wirkt vom „Tief" nach außen, entgegengesetzt zur Beschleunigung durch das Druckgefälle).

Vielleicht hat dieser Orkangipfel des „Troges", über die Nordsee südwärts laufend, eine Art Flutwellenberg mit sich geschleppt, unglücklicherweise in Holland gerade zur Flutzeit und mit einer Springflut eintreffend. Daß sich aber — *ohne* Annahme solcher Besonderheit — die Höhe der niederländischen Flut schon aus dem mittleren Druckgefälle erklären läßt, deutet der folgende Vergleich an. Wir haben für die drei letzten höchsten Sturmfluten in Holland (vom 12. März 1906, 13. bis 14. Januar 1916 und 1. Februar 1953) den mittleren Druckgradienten für die westliche Nordsee bestimmt, daraus — unter Berücksichtigung der Isobarenkrümmung — den mittleren Gradientwind berechnet und den wahren Wind v_w (in Anbetracht der Kaltluft) zu 80% des Gradientwindes angenommen. Hierzu in Beziehung gesetzt ist der höchste gemessene Wasserstand in Hellevoetsluis nach einer von VAN UFFORD [*24*] gegebenen Tabelle. Es ergibt sich

	v_w	Differenz	Fluthöhe (über neuem Amsterdamer Pegel)	Differenz
12. 3. 1906 $^1/_2$ (08 + 19^h)	71 km/h		305 cm	
		15 km/h		30 cm
13. 1. 1916 $^1/_2$ (08 + 19^h)	86 km/h		335 cm	
		23 km/h		53 cm
1. 2. 1953 $^1/_4$ (22+01+04+07^h)	109 km/h		388 cm	

Schon dieser einfache Vergleich läßt erkennen, daß die Sturmflut *nicht* aus dem Rahmen der Gesetzmäßigkeit fällt. Der Wasserstand wächst, wie es Fig. 19

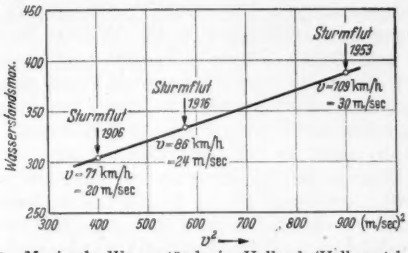


Fig. 19. Maximale Wasserstände in Holland (Hellevoetsluis) bei den Sturmfluten 1906, 1916 und 1953 und berechnete mittlere Windgeschwindigkeiten v über der westlichen Nordsee.

zeigt, linear mit dem Quadrat der Windgeschwindigkeit, was W. F. SCHALKWIJK [*25*] in einer grundlegenden Arbeit für die holländischen Sturmfluten bereits 1947 nachgewiesen hatte. Gewöhnlich treffen die Stürme aus West bis Nordwest allerdings mehr die Deutsche Bucht, und hier wurden z. B. in den beiden erwähnten Fällen (des „Elbe I-Orkanes" von 1936 und Februar-Orkanes von 1949) mittlere Windgeschwindigkeiten um 30 m/sec und Böenspitzen von 42 bis 46 m/sec gemessen [*5*], [*19*], etwas höhere noch als jetzt in Holland.

Das Außergewöhnliche bei dem großen Nordseesturm 1953 war die *Länge der Sturmbahn* nach Norden hin, über freiem Wasser, wodurch sich in der südlichen Nordsee größere *Sturmwellen* als bisher (in diesem Seegebiet!) beobachtet ergaben. U. ROLL [*26*] gibt als beobachtete Maximalgrößen für die südliche Nordsee

an: Wellenhöhe 6 m, Wellenlänge 120 m, Wellenperiode 10 sec. Das Feuerschiff „Terschellingerbank" meldete am 1. Februar 1953, morgens 07 Uhr, Wellen aus 330° (NWzN) von *6½ m Höhe* und einer Periode von 11 bis 13 sec, was eine ungefähre Wellenlänge von *160 m* ergibt[1]). (Über dem winterlichen Nordatlantik sind solche Wellen allerdings nicht ganz ungewöhnlich [*27*]); die absoluten Maxima liegen dort bei 16 bis 18 m Wellenhöhe [*26*].)

Ungewöhnlich war auch die *lange Dauer des Sturmes*, und Dauer und Stärke *zusammengenommen*, scheint der Sturm einen neuen Rekord für die Nordsee darzustellen. Rechnet man den wahren Wind v_w für Kaltluft zu 80% des Gradientwindes v_g, so ergibt sich z. B. für die über der Nordsee auf Holland zu gerichtete Luftströmung im Mittel (nach Druckkarten von 3 zu 3 Std):

31. 1. 10 bis 19^h MEZ v_w = 83 km/h = 23 m/sec = Stärke 9 (Bft.)
31. 1. 22^h bis 1. 2. 07^h v_w = 109 km/h = 30 m/sec = Stärke 11 (Bft.)
1. 2. 10 bis 19^h MEZ v_w = 94 km/h = 26 m/sec = Stärke 10 (Bft.)

Noch am Abend des 1. Februar um 19 Uhr herrschte von den Gewässern westlich Südnorwegens bis zur Nordküste Hollands voller Nordsturm Stärke 9 (der Berechnung von 80 km/h für diesen Termin entsprechend). In dem Gebiet nördlich 56° N, 01 bis 02° Ost dauerte der Sturm bei gleichbleibender Richtung NNW mit beobachteter Windstärke 11 (und zeitweise 12) vom 31. Januar, 15 Uhr MEZ, bis zum 1. Februar, 13 Uhr MEZ: womit dieser Sturm die *Möglichkeit* eines 24stündigen, pausenlos orkanartigen und ungefähr richtungskonstanten Sturmes für die Nordsee bewiesen hat.

Von den *Wirkungen* haben wir einige bereits gestreift. Auch in der südlichen Nordsee sanken oder strandeten mehrere Schiffe — trotz rechtzeitiger Funkwarnungen vor erwarteter Stärke 10 bis 12. In England wurden insbesondere an der Ostküste Hafenanlagen und Deiche schwer mitgenommen; nach [*28*] werden die Verluste auf Millionen von Pfund geschätzt — mindestens das Zehnfache des in den beiden letzten Jahrzehnten für Küstenschutz Ausgegebenen. Etwa 300 Tote waren zu beklagen, viele Tausende wurden obdachlos. In den am schwersten heimgesuchten Niederlanden, wo mehr als 50 Deiche fast zugleich brachen und 9% der landwirtschaftlich genutzten Gesamtfläche des Landes völlig überflutet wurde, wird nach VAN UFFORD [*22*] der Gesamtschaden auf erheblich mehr als 1 Milliarde DM geschätzt. Fast 1800 Menschen ertranken, mehr als 1000 Bauernhöfe wurden zerstört, 50000 Stück Vieh gingen verloren. Mindere, aber immer noch schwere Schäden gab es auch in Belgien, wo die Schadensschätzung bei 1 Milliarde Francs liegt.

So bietet dieser Orkan ein denkwürdiges Glied in der wütenden „Kette der tiefsten Wirkung", die GOETHE (Prolog zum Faust) in den Stürmen sah. Mit ihm blicken wir bei solch einem Sturm noch immer in ein Unendliches hinein: ein so vielfältiges Ineinandergreifen verschiedener Umstände und Einzelursachen, Wirkungen und Rückwirkungen, daß es schwer durchschaubar ist und daß ihm vereinfachende Modelle nur teilweise gerecht werden. Deshalb mag der obige Versuch wenigstens als ein Beitrag zur *Phänomenologie des Sturmes* gerechtfertigt sein, mehr zur Kenntnis der „Schale für den Kern".

[1]) Bei großer Wassertiefe würde die zugehörige Wellenlänge bei 225 m liegen.

Literatur[2]).

[*1*] BLOCQ VAN KUFFELER, V. J. P. DE: De Ingenieur **65**, 8, A 81 (1953). — [*2*] WEMELSFELDER, P. J.: De Ingenieur **65**, 7, A 74 (1953). — [*3*] SCHELLING, HEINZ: Die Sturmfluten an der Westküste von Schleswig-Holstein. Die Küste **1**, 85 (1952). — [*4*] SCHELLING, HEINZ: Die Küste **1**, 107 (1952). — [*5*] TOMCZAK, GERHARD: Dtsch. Hydr. Z. **3**, 227 (1950). — [*6*] QUERVAIN, MARCEL DE, ZINGG, THEODOR, ROCH, ANDRÉ u. SCHILD, MELCHIOR: Die Erde (Berl.) **1952**, 15. — [*7*] REICHEL, EBERHARD: Umschau **51**, 746 (1951). — [*8*] CALEF, WESLEY: Die Erde (Berl.) **1952**, 1. — [*9*] RODEWALD, MARTIN: Geogr. Ann. (Stockh.) **34**, 159 (1952). — [*10*] ROSS, R. G.: Weather **7**, 116 (1952). — [*11*] Weather **8**, 18 (1953). — [*12*] DOUGLAS, C. K. M.: Meteorol. Magazine **82**, 71 (1953). — [*13*] Täglicher Wetterbericht, Dtsch. Wetterdienst (Bad Kissingen). — [*14*] SCHERHAG, R.: Wetteranalyse und Wetterprognose, S. 324, 1948. — [*15*] RODEWALD, M.: Ann. Hydr. **65**, 430 (1937). — [*16*] MÖLLER, F.: Meteorol. Z. **55**, 87 (1938). — [*17*] PALMÉN, E.: Meteorol. Z. **53**, 17 (1936). — [*18*] SCHERHAG, R.: a. a. O. (14), S. 198. — [*19*] SCHERHAG, R.: Ann. Hydr. **66**, 18 (1938). — [*20*] STEVEN, H. M.: Nature [London] **171**, 454 (1953). — [*21*] Neue Illustrierte **8**, Nr. 8 (1953) (ausführlicher Augenzeugenbericht). — [*22*] UFFORD, H. A. QUARLES VAN: Weather **8**, 116 (1953). — [*23*] RODEWALD, M.: Naturwiss. **38**, 322 (1951). — [*24*] UFFORD, H. A. QUARLES VAN: Hemel en Dampkring **51**, 21 (1953). — [*25*] SCHALKWIJK, W. F.: Mededeelingen en Verh. Kon. Nederl. Met. Inst. ('s-Gravenhage) **1947**, No. 125, Ser. B, I, No. 7. — [*26*] ROLL, U.: Der Wetterlotse **1951**, Nr. 22/23. — [*27*] *Met. Amt Hamburg:* Statistik von Wellenbeobachtungen. **1952**. — [*28*] *The Dock and Harbour Authority*, Nr. 388, Febr. 1953.

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Hamburg.

Eingegangen am 11. Mai 1953.

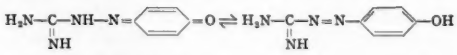
[2]) *Zusatz bei der Korrektur.* Nach Fertigstellung des Manuskripts erschienen weitere Arbeiten zu der niederländischen Sturmflut, von denen einige wichtige hier aufgeführt sind

[*1*] Kon. Inst. van Ingenieurs: De Overstromingsramp 31 Januari—1 Februari 1953 (holl., mit kurzen engl. Zusammenfassungen, 41 S.). Zusammenstellung von Vorträgen über Sturm und Stau (P. GROEN), Sturm- und Sturmflutprognose (K. R. POSTMA), Wasserstände (P. J. WEMELSFELDER), Deichbrüche (J. L. KLEIN), Deichwiederherstellung (P. PH. JANSEN), dazu Diskussion. Einl. Übersicht von A. G. MARIS (Dir.-Gen., Rijkswaterstaat). 's-Gravenhage 1953. — [*2*] WAIDE, W. L.: Der Küstenschutz in England und Wales unter besonderer Berücksichtigung der im Januar 1953 überfluteten Gebiete. Inst. Raumforschung Bonn, Inf. 31—32 **1953**, 323. — [*3*] Tijdschr. Kon. Nederl. Aardrijksk. Genootsch. (Amsterdam), II. R. **50**, No. 2 (1953); holl. mit engl. Zusammenfassungen. Darin SCHEPERS, J. H. G.: Eine Sturmflut verwüstete Südwest-Niederland, S. 126—155; FOCKEMA ANDREAE, S. J.: Die Überschwemmungsgebiete in historischer Perspektive, S. 169—175. — [*4*] JENSEN, H. A. P.: Tidal Inundations Past and Present. Weather **8**, No. 3, 85 (1953). — BOWDEN, K. F.: Storm Surges in the North Sea. Weather **8**, No. 3, 82 (1953). — [*5*] REYNOLDS, G.: Stormsurge Research. Weather **8**, No. 4, 101 (1953). — JENSEN, H. A. P.: Tidal Inundations Past and Present (Teil II). Weather **8**, No. 4, 108 (1953). — [*6*] HEYER, E., u. G. GRÜNEWALD: Der Nordseeorkan vom 31. Januar bis 1. Februar 1953 und seine Ursachen. Z. Meteor. **7**, H. 6, 176 (1953). — [*7*] Netherl. Booksellers and Publishers Association: The Battle of the Floods. Amsterdam 1953 (ausführlicher Bildbericht mit Text und Karte).

Über chemotherapeutisch wertvolle Chinonderivate.

(Vorläufige Mitteilung.)

Nach J. THIELE und W. BARLOW[1]) läßt sich p-Benzochinon je nach den Versuchsbedingungen mit 1 oder 2 Mol Aminoguanidin (in Form seines Nitrates) umsetzen. Dabei entsteht das Chinon-mono- bzw. das Chinon-bis-guanylhydrazon [(I); (II)]

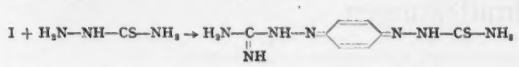
(I)


(II)

Es wurde nun gefunden, daß von diesen bislang unbeachtet gebliebenen Substanzen die Verbindung (II) eine bemerkenswert gute Hemmwirkung gegen die Erreger von Infektionskrankheiten aufweist. Das Chinon-bis-guanylhydrazon hemmt beispielsweise das Wachstum von Streptokokken bis zu Verdünnungen von 1:1 Mill.; auch bei der infizierten Maus ist diese Verbindung wirksam.

Dieser Befund regte dazu an, nach ähnlichen Verbindungen zu suchen, die die gleiche oder noch höhere chemotherapeutische Wirksamkeit gegen bakterielle Infektionen besitzen. Zu diesem Zwecke wurden zunächst Bis-guanylhydrazone anderer Chinone herangezogen; auch wurden an Stelle des einfachen Aminoguanidins substituierte Aminoguanidine zur Umsetzung mit Chinonen eingesetzt. Diese Arbeitsrichtung führte nicht wesentlich weiter. Dagegen gelangten wir zu hochwirksamen Präparaten, als wir das Chinon-*mono*-guanylhydrazon I mit weiteren Hydrazinverbindungen wie z. B. Carbonsäurehydraziden oder Hydrazinabkömmlingen der Kohlensäure bzw. Thiokohlensäure zu unsymmetrischen Kondensationsprodukten umsetzten. Solche unsymmetrische Derivate des Chinons sind bisher nicht bekannt.

Vor allen Dingen bewährte sich das als Zwischenprodukt aus der Reihe der tuberkulostatisch wirkenden Chemotherapeutika bekannte Thiosemicarbazid[2]) auch hier sehr gut. Während es Schwierigkeiten macht, Benzochinon als solches mit Thiosemicarbazid umzusetzen, reagiert I in saurer Lösung mit Thiosemicarbazid relativ leicht zu Benzochinon-guanylhydrazonthiosemicarbazon (III).



(III)

Diese Verbindung, welche als Abkömmling des Aminoguanidins basische Eigenschaften besitzt, wird aus ihren Salzen mit Ammoniak in Freiheit gesetzt. Sie kristallisiert in kupferbraunen Kristallen, welche 1 Mol Kristallwasser enthalten. In Wasser ist sie schwerlöslich, sie löst sich mäßig in Alkoholen oder Aceton, leicht dagegen in Dimethylformamid. Der Schmelzpunkt liegt bei 192 bis 194° (unter Zersetzung), ist aber nicht sehr charakteristisch.

Das Präparat (III) ergibt in vitro sehr hohe Hemmwerte gegenüber den verschiedenen Streptokokken-, Pneumokokken- und Enterokokkenstämmen:

β-hämolytische Streptokokken der serol. Gruppe A	1:10 Mill.
β-hämolytische Streptokokken der serol. Gruppe B	1:100000
Enterokokken Stamm XIII	1:1 Mill.
Enterokokken Stamm XIV	1:1 Mill.
Enterokokken Stamm 238	1:1 Mill.
Streptococcus Viridans	1:8 Mill.
Pneumokokken Typ I	1:1 Mill.
Pneumokokken Typ II	1:1 Mill.
Pneumokokken Typ III	1:1 Mill.
Druse-Streptokokken	1:50 Mill.

Bemerkenswert ist die Wirksamkeit gegenüber Enterokokken. Selbst gegenüber einigen der am wenigsten empfindlichen Enterokokken, die wir bisher fanden, lag der Hemmwert immer noch bei 1:100000. Auch gegenüber Anaerobiern ergab sich eine starke Hemmwirkung:

Pararauschbrandbazillen	1:100000 (totale Hemmung)
FRAENKELscher Gasbrandbazillus	1: 10000 (totale Hemmung)
	1:100000 (totale Hemmung)

Ähnliche Hemmwerte sind bisher bei keinem Sulfonamid beobachtet worden.

Größere praktische Bedeutung kommt den Heilerfolgen zu, die an infizierten Tieren bei den verschiedensten Infektionen mit dem Chinon-guanylhydrazon-thiosemicarbazon (III) erzielt werden konnten und über die die nachfolgenden Tabellen aussagen. (Als Vergleiche wurden Sulfonamide und Penicillin herangezogen.)

Mäuse infiziert mit β-hämolytischen Streptokokken der Gruppe A. (Versuch vom 6. 1. 53.) Behandlung 3mal: 1, 24 und 48 Std nach der Infektion. Dosierung je 2 Tiere 1%, 0,2; 0,3; 0,5; 0,8; 1,0 cm³ s.c. bzw. per os.

	Anzahl der Tiere	Es leben 24 Std	Es leben 48 Std	
		nach der Infektion		
Kontrollen	20	0	0	
Penicillin 1 cm³ = 100 E s.c.	10	3	1	9
1 cm³ = 1000 E s.c.	10	10	8	
Debenal s.c.	10	9	6	13
per os	10	10	7	
Debenal M s.c.	10	10	8	15
per os	10	10	7	
Präparat III s.c.	10	10	10	20
per os	10	10	10	

Mäuse i.p. mit Enterokokken Stamm XIII infiziert. Behandlung einmalig 1 Std nach der Infektion. Dosierung je 2 Tiere 1% 0,2; 0,3; 0,5; 0,8; 1,0 cm³ s.c. und per os.

	Anzahl der Tiere	Es leben 24 Std	Es leben 48 Std	Es leben 1 Woche	
		nach der Infektion			
Kontrollen	20	0	0	0	
Penicillin 1 cm³ = 1000 E	10	3	0	0	0
1 cm³ = 1000 E	10	9	0	0	
Debenal M 1% s.c.	10	1	0	0	1
1% per os	10	1	1	1	
Supronal 1% s.c.	10	0	0	0	1
1% per os	10	3	1	1	
Präparat III 1% s.c.	10	9	3	3	8
1% per os	10	10	10	5	

Mäuse i.p. infiziert mit Streptococcus Viridans Stamm Nr. V, Versuch vom 1. 7. 53. Behandlung einmalig 1 Std nach der Infektion. Dosierung je 2 Tiere 0,2; 0,3; 0,5; 0,8; 1,0 cm³ der angegebenen Konzentrationen.

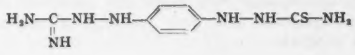
	Anzahl der Tiere	Es leben 24 Std	Es leben 48 Std
		nach der Infektion	
Kontrollen	20	0	0
Debenal 1% s.c.	10	1	0
1% per os	10	1	1
Supronal 1% s.c.	10	2	2
1% per os	10	1	1
Penicillin in H_2O gelöst 1 cm³ = 1000 E	10	7	4
Präparat III 1% s.c.	10	8	6
1% per os	10	8	8

Ähnliche Ergebnisse wurden bei Pneumokokken-Infektionen erzielt.

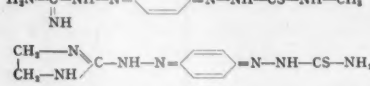
Wichtig ist, daß auch an anderen Tieren, z. B. Ratten, günstige Resultate erhalten werden konnten. Darüber sowie über die Verträglichkeit des neuen Heilmittels soll an anderer Stelle berichtet werden.

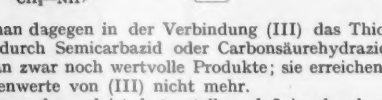
Selbstverständlich wurden sehr viele, der Verbindung (III) ähnliche Chinonderivate aufgebaut. Produkte mit wesentlich besserer Wirkung konnten aber nicht aufgefunden werden. Jedoch gibt es verwandte Verbindungen, die Hemmwirkungen von der gleichen Größenordnung wie (III) zeigen. So sind die *Salze* von (III) mit anorganischen und organischen Säuren sehr wertvoll. Auch das durch Reduktion von (III) erhältliche *Dihydroprodukt* (IV), (Phenylen-1-aminoguanidin-4-thiosemicarbazid), welches leicht zu dem Chinon (III) zurückoxydiert werden kann, zeigt ähnliche Eigenschaften.

(IV)



Weiterhin ist es möglich, mit (z. B. in 4-Stellung) *substituierten* Aminoguanidinen und Thiosemicarbaziden solche Derivate von (III) aufzubauen, die an den außenständigen NH_2-Gruppen substituiert sind. Unter diesen Verbindungen wurden gleichfalls wertvolle Vertreter gefunden, z. B. (V) und (VI).

(V) 

(VI) 

Ersetzt man dagegen in der Verbindung (III) das Thiosemicarbazid durch Semicarbazid oder Carbonsäurehydrazide, so erhält man zwar noch wertvolle Produkte; sie erreichen aber die Spitzenwerte von (III) nicht mehr.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß in den beschriebenen Chinon-Derivaten, vor allem in dem Chinonguanylhydrazon-thiosemicarbazon (III) neue Verbindungen mit wertvollen bakteriostatischen Eigenschaften vorliegen. Auffallend ist die hohe Wirksamkeit dieser Verbindungen gegenüber einigen bakteriellen Erregern wie insbesondere hämolytischen Streptokokken der Gruppe A, Viridans-Streptokokken, Pneumokokken und Enterokokken. Die bisherigen klinischen Testversuche lassen bereits jetzt den Schluß zu, daß die Verbindung (III) im menschlichen Organismus ihre chemotherapeutische Wirksamkeit behält. Es hat den Anschein, als ob diesem Thiosemicarbazon-Derivat eine komplexe Wirkungsweise zuzusprechen ist, die sich nicht auf die reinen bakteriostatischen Qualitäten des Präparates beschränkt. Hierüber hinaus kann für das Präparat auch für die lokale Chemotherapie bakterieller Infektionen ein besonderes Interesse erwartet werden.

Über den chemischen Teil dieser Arbeit, die fortgesetzt wird, soll gleichfalls an anderer Stelle berichtet werden.

Wissenschaftliches Hauptlaboratorium der Farbenfabriken Bayer, Leverkusen.

SIEGFRIED PETERSEN.

Abteilung für Experimentelle Pathologie und Bakteriologie der Bayer-Forschungsstätten, Wuppertal-Elberfeld.

GERHARD DOMAGK.

Eingegangen am 25. November 1953.

[1]) THIELE, J., u. W. BARLOW: Liebigs Ann. Chem. **302**, 311 (1898).

[2]) BEHNISCH, R., F. MIETZSCH u. H. SCHMIDT: Angew. Chem. **60**, 113 (1948). — MIETZSCH, F.: Angew. Chem. **63**, 250 (1951). — DOMAGK, G., R. BEHNISCH, F. MIETZSCH u. H. SCHMIDT: Naturwiss. **33**, 315 (1946).

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Über eine neue Siliziumdioxyd-Modifikation mit Faserstruktur und Kettenmolekeln.

[5. Mitteilung über Siliziumchalkogenide[1]).]

Es gelang, Siliziumdioxyd nach dem Reaktionsschema

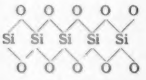
$$2\,SiO + O_2 \rightarrow 2\,SiO_2$$

und

$$2\,SiO \rightleftharpoons SiO_2 + Si$$

zwischen 1200 und 1400° C in einer neuen Modifikation zu erhalten. Dieses aus langen, dünnen Fasern bestehende SiO_2 kristallisiert orthorhombisch mit $a = 4{,}7_2$ Å, $b = 5{,}1_6$ Å, $c = 8{,}3_6$ Å in der Raumgruppe $D_{2h}^{26} - I\,cma$. Die Si-Atome besetzen die Punktlage 4 (*a*), die O-Atome die Punktlage 8 (*j*). Intensitätsbetrachtungen und eine FOURIER-Projektion auf die Ebene (010) ergaben die Sauerstoffparameter $x = 0{,}209 \pm 0{,}005$ und $z = 0{,}110 \pm 0{,}005$.

Diese SiO_2-Modifikation ist isotyp mit SiS_2[2]) und faserigem $SiSe_2$[3]). Jedes Si-Atom ist tetraedrisch von 4 O-Atomen umgeben. Zwei in der Faserrichtung aufeinanderfolgende Tetraeder haben jeweils 2 O-Atome gemeinsam, so daß eindimensional unendliche Ketten



in Richtung der *b*-Achse zustande kommen.

Das faserige SiO_2 geht mit Wasserdampfspuren in amorphe Kieselsäure über. Unter Wasser bildet sich Metakieselsäure $(H_2SiO_3)_n$, die durch Titration mit Lauge und durch Bildung des orangegelben, lichtempfindlichen Silbermetasilikates Ag_2SiO_3 identifiziert wurde. Die Metakieselsäure kondensiert sich unter Wasseraustritt bereits bei Zimmertemperatur rasch zu räumlich vernetzten, amorphen Kieselsäurepräparaten.

Die Dichte der faserigen SiO_2-Modifikation ergab sich nach der Schwebemethode in Tetrachlorkohlenstoff-Bromoformgemischen zu 1,97 bis 1,98. Der Schmelzpunkt liegt bei etwa 1420° C.

Beim längeren Erhitzen auf 1390° C bildet sich aus dem faserigen SiO_2 Cristobalit. Zwischen 200 und 800° C entsteht im Laufe mehrerer Tage Tridymit. Bei allen diesen Umwandlungen bleibt der faserige Habitus erhalten.

Ein genetischer Zusammenhang zwischen der faserigen SiO_2-Modifikation und dem faserigen Cristobalitchalcedon scheint möglich.

Herrn Professor Dr. U. HOFMANN und Herrn Professor Dr. H. WITTE danken wir für wertvolle Diskussionen und apparative Unterstützung.

Eduard-Zintl-Institut für Anorganische und Physikalische Chemie der Technischen Hochschule Darmstadt.

ALARICH WEISS und ARMIN WEISS.

Eingegangen am 9. Dezember 1953.

[1]) WEISS, A., u. A. WEISS, 4. Mitt.: Z. anorg. Chem. **273**, 124 (1953).

[2]) BÜSSEM, W., H. FISCHER u. E. GRUNER: Naturwiss. **23**, 740 (1935). — ZINTL, E., u. K. LOOSEN: Z. physik. Chem., Abt. A **174**, 301 (1935).

[3]) WEISS, A., u. A. WEISS: Z. Naturforsch. **7b**, 483 (1952).

Critical constants of normal Paraffins.

Critical Temperature (T_c) and Critical Pressure (P_c) form two of the important physical constants of a compound. For the normal paraffins a linear relation is found to hold between T_c^3 and $1/P_c$, which may be expressed as —

$$T_c^3 = \frac{8101{\cdot}3 \times 10^6}{P_c} - 141{\cdot}14 \times 10^6.$$

Since T_c values are known with greater accuracy than P_c values, we may calculate P_c by the relation —

$$P_c = \frac{8101{\cdot}3 \times 10^6}{T_c^3 + 141{\cdot}14 \times 10^7}.$$

The observed and the calculated values are tabulated in Table 1. The data have been taken from "Landolt Börnstein Tabellen" and HODGMAN's "Handbook of Chemistry and Physics".

Excepting Methane, the agreement between the observed and calculated values is satisfactory. The percentage errors are not outside the uncertainties in the experimental values. There is serious discrepancy in the case of Methane. However it will be observed that the P_c of Methane is anomalous. While for other paraffins, P_c decreases with increasing number of carbon atoms, the value for Methane is less than that for Ethane. It is a well known fact that Methane often departs from the regular behaviour of the higher members.

It is interesting to note that GRUNBERG and NISSAN[1]) have suggested that T_c^3 is a measure of the "flexibility" of the hydrocarbon chain i.e. the number of internal degrees of freedom.

Table 1.

No. of C atoms	Paraffin	T_s, °K observed	P_s observed	P_s calc.	Percentage Error
1	Methane . .	190·7	45·8	54·71	+19·3
2	Ethane . . .	305·3	48·8	47·77	− 2·1
3	Propane . .	368·8	43	42·35	− 1·5
4	Butane . . .	426·2	36	37·06	+ 2·9
5	Pentane . . .	470·4	33·04	33·03	− ·0
6	Hexane . . .	508	29·63	29·76	+ ·4
7	Heptane . .	540	26·89	27·13	+ ·9
8	Octane . . .	569·4	24·66	24·87	+ ·8
9	Nonane . . .	595·4	22·86	23·0	+ ·6
10	Decane . . .	619·3	21·24	21·39	+ ·7
11	Undecane . .	642·6	19·92	19·93	+ ·0
12	Dodecane . .	663·8	18·59	18·68	+ ·5
13	Tridecane . .	683·2	17·55	17·61	+ ·4
14	Tetradecane .	701	16·56	16·68	+ ·6
15	Pentadecane	717·6	15·75	15·86	+ ·7
16	Hexadecane .	734·3	15·10	15·08	− ·1
17	Heptadecane.	749·3	14·41	14·42	+ ·1
18	Octadecane .	763·2	13·83	13·83	0
19	Nonadecane .	776	13·43	13·31	− ·9

The author is thankful to Dr. K. Majumdar and Dr. R. D. Tewari for their interest in the work.

Department of Physics, Allahabad University, Allahabad, India.

Yatendra Pal Varshni.

Eingegangen am 4. Dezember 1953.

[1]) Grunberg, L., and A. H. Nissan: Nature [London] **161**, 170 (1948). – Varshni, Y. P.: J. Chem. Physics **21**, 1400 (1953). – Erratum: J. Chem. Physics **22** (under publication).

Zerlegung von Stoffgemischen und Identifizierung von chemischen Substanzen durch Verdampfen und Kondensieren in einem Wärmegradienten.

Durch die Methoden der Gegenstromverteilung, Chromatographie, Elektrophorese und deren Übertragungen auf Filtrierpapier ist die Zerlegung von kleinen Mengen von Stoffgemischen und die Identifizierung von chemischen Körpern wesentlich erleichtert worden.

Im folgenden soll eine Trennungsmethode mitgeteilt werden, die auf anderen physikalischen Eigenschaften der Stoffe beruht, als sie bei den genannten Methoden zur Trennung herangezogen werden, und daher eine wertvolle Ergänzung der erwähnten Trennverfahren darstellen dürfte.

Verdampft man ein Substanzgemisch in einem Rohr, indem man den Teil des Rohres, der das Gemisch enthält, in einem Heizblock erwärmt, so erhält man in dem Wärmegradienten an der Austrittsstelle des Rohres aus dem Block verschiedene Ringe niedergeschlagener Stoffe. Diese physikalische Erscheinung wurde von uns zur Entwicklung eines einfachen *vollautomatisch arbeitenden* Trennverfahrens benutzt.

In einem längeren Rohr (z. B. 60 cm) wird durch passende Umwicklung mit einem Heizdraht, Wärmeisolierung und Kühlung mit fester Kohlensäure ein möglichst linearer Wärmegradient hergestellt, der z. B. von 300° bis − 80° reicht. In dieses Rohr wird nun ein zweites Rohr, das an dem einen verschlossenen Ende das zu trennende Substanzgemisch enthält und am anderen Ende evakuiert werden kann, langsam, im Verlauf von mehreren Stunden, durch ein Uhrwerk eingeführt. Das Substanzgemisch durchschreitet so langsam alle in Frage kommenden Temperaturen. Kommt jeweils eine Substanz des Gemisches in die Zone des Wärmegradienten, die die für den betreffenden Stoff charakteristische Verdampfungstemperatur hat, so verdampft dieser Stoff, um sich gleich wieder im zunächst liegenden kälteren Teil des Gradienten niederzuschlagen. Bei weiterem Vorrücken des Rohres wiederholt sich dieser Vorgang für jede Substanz bei der für sie charakteristischen Temperatur fortlaufend. Schließlich erhält man das Substanzgemisch aufgeteilt in verschiedene Zonen, ähnlich wie bei der Papierchromatographie. Nach entsprechendem Zerschneiden des Rohres sind die Substanzen der Zonen ohne weiteres der chemischen Untersuchung zugänglich. Die Lage jeder Zone ist charakteristisch für den betreffenden Stoff und kann wie der *RF*-Wert zur Identifizierung des Stoffes herangezogen werden. In vielen Fällen erhält man die Substanzen gleich analysenrein, denn während des Trennungsvorganges findet eine dauernde Rektifizierung durch das wechselweise Verdampfen und Kondensieren statt. Das in seinen Umrissen kurz geschilderte Verfahren läßt eine große Zahl von Modifikationen zu, auf die alle hier nicht eingegangen werden kann. Je nach der Größe der Apparatur können Bruchteile von Milligrammen oder mehrere hundert Milligramm getrennt werden. Ist der benutzte Temperaturgradient geeicht, so erhält man für jeden unbekannten Stoff gleich einen Hinweis für die geeignete Verdampfungs- und Kondensationstemperatur zur Abtrennung in größerem Maßstab in einer Sublimations- oder Destillationsapparatur. Stoffe, die sich — ohne zu verdampfen — zersetzen, können durch die Zonen der Zersetzungsprodukte identifiziert werden. Anstatt das Rohr mit dem Substanzgemisch langsam in das Temperaturgradientenrohr einzuführen, kann man das Rohr mit dem Substanzgemisch von vornherein in das Gradientenrohr einbringen und den Gradienten durch langsames Verändern eines vorgeschalteten Widerstandes oder Schiebetransformators zur Ausbildung bringen. Wir wenden zur Zeit diese Modifikation des Verfahrens an. Sie ist apparativ einfacher. Der Trenneffekt ist der gleiche.

Das Gradiententrennverfahren kann ebensowenig Anspruch auf unbegrenzte Brauchbarkeit erheben wie die eingangs erwähnten Trennungsverfahren. Aber gerade kombiniert mit diesen leistet es wertvolle Dienste. Trennungen mit Hilfe von Temperaturgradienten wurden von dem einen von uns (Behrens) schon früher mit Erfolg durchgeführt. (Kongreß der Physiologischen Chemiker in Bonn 1947.)

Wir sahen uns jetzt bei papierchromatographischen und papierelektrophoretischen Untersuchungen der bei dem photolytischen Abbau der β-Indolylessigsäure entstehenden Zwischenprodukte veranlaßt, das Verfahren wieder aufzugreifen und technisch weiter zu entwickeln, da es uns nicht gelang, weder papierchromatographisch noch papierelektrophoretisch eine einwandfreie Trennung von Indol, Skatol, Indolaldehyd und Farbstoffen, die in dem photolytischen Zersetzungsgemisch vorlagen oder vermutet wurden, zu erzielen. Etwa 10 mg des getrockneten Zersetzungsproduktes wurden unter ständigem Evakuieren mit einer Quecksilberdiffusionspumpe im Verlauf von 10 Std im Wärmegradienten zerlegt. Nach Beendigung des Versuches fanden sich in dem Trennrohr sechs charakteristische Zonen: 2 Farbstoffzonen und 4 Sublimationszonen. Die Sublimationszonen wurden herausgeschnitten und die Substanzen in Alkohol gelöst. Aus dem Alkohol konnten sie ohne weitere Reinigung, die sich bei der präparativen Papierchromatographie oft als unumgänglich erweist, als weiße Kristalle erhalten werden. Durch Schmelzpunktbestimmung, Papierchromatographie und Elektrophorese konnte einwandfrei nachgewiesen werden, daß die Sublimationszonen aus β-Indolylessigsäure, Indolaldehyd, Skatol und Indol bestanden.

Eine kurze Zusammenstellung von Beispielen seither durchgeführter Trennungen mögen noch die vielfachen Anwendungsmöglichkeiten der neuen Methode zeigen.

Nachweis von β-Indolylessigsäure und Indolaldehyd in Maissamen. — Trennung verschieden hoch nitrierter Diphenylamine (Überwachung der Nitrierung). — Nachweis verschiedener Azulene in Kamillenextrakten. — Trennung von Steroidhormonen. — Gewinnung von Alkaloiden aus Drogen. — Untersuchungen der Inhaltsstoffe verschiedener Leukozytenarten (Eosinophile, Neutrophile).

Physiologisch-Chemisches Institut der Justus-Liebig-Hochschule, Gießen.

Martin Behrens und Adolf Fischer.

Eingegangen am 24. November 1953.

Molekulargewichtsbestimmungen an Cellulosenitraten in der Ultrazentrifuge.

An einer Reihe von Präparaten aus nitrierter amerikanischer Baumwolle wurden Molekulargewichtsbestimmungen in einer luftgetriebenen Ultrazentrifuge (Phywe) und einer Schieberdiffusionszelle für organische Lösungsmittel[1]) durchgeführt. Die Einzelheiten der Meßmethodik und der Auswertung wurden bereits früher beschrieben[2]).

Die Ergebnisse der Messungen zeigt die Tabelle 1, in der nacheinander die Viskositätszahl (Z_η), die Diffusions- (D_0), die Sedimentationskonstante (s_0), der Polymerisationsgrad (P) und das Molekulargewicht (M), in Aceton gemessen, angegeben sind.

Es werden gemessen: Z_η in $cm^3\,g^{-1}$; D_0 in $cm^2\,sec^{-1}$; s_0 in $cm\,sec^{-1}\,dyn^{-1}$. Ist η_r die relative Viskosität der Lösung/Lösungsmittel, c die Dichte in $g\,cm^{-3}$, so wird Z_η definiert durch

$$Z_\eta = \lim_{c \to \infty} [(\eta_r - 1)/c].$$

Tabelle 1.

Nr.	$Z_\eta \cdot 10^{-3}$	$D_0 \cdot 10^7$	$s_0 \cdot 10^{13}$	P	$M \cdot 10^{-3}$
1	0,237	6,45	10,8	253	74,5
2	0,512	3,80	15,2	605	178
3	0,680	2,90	17,1	890	262
4	1,12	2,00	20,5	1550	456
5	1,46	1,50	20,0	2020	593
6	2,85	1,20	30,5	3840	1130
7	4,55	0,66	37,0	8470	2490

Die Präparate Nr. 1 bis 5 sind oxydativ abgebaut und fraktioniert, Nr. 6 ist unfraktioniert[3]). Das Präparat Nr. 7 wurde im Gewächshaus des Botanischen Instituts der Universität Mainz geerntet, als die Kapseln sich eben zu öffnen begannen. Hierdurch wurde ein durch direkte Belichtung mit Sonne stets auftretender Abbau des Polymerisationsgrades vermieden. Dieses Präparat wurde unabgebaut untersucht. Der Stickstoffgehalt lag bei allen Substanzen zwischen 13,5 und

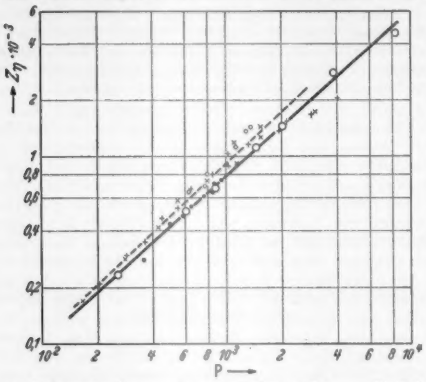


Fig. 1. Polymerisationsgrad von nitrierter Baumwollcellulose als Funktion der Viskositätszahl in Aceton. --------- Osmotische Messungen; × Münster-Lang N 195; + Münster-Lang N 132; Husemann-Göcke; o Schulz-Husemann; —O Ultrazentrifuge.

14,0%. Über die Reinigung, Nitrierung und Fraktionierung der Baumwolle wird an anderer Stelle berichtet werden[4]). Es wurde sorgfältig darauf geachtet, daß während der Messung kein weiterer Abbau auftrat.

Einen Vergleich der Messungen mit bisher bekanntgewordenen osmotisch bestimmten Molekulargewichten zeigt Fig. 1, in der in doppeltlogarithmischen Koordinaten die Viskositätszahl als Funktion des Polymerisationsgrades dargestellt ist. Die osmotischen Molekulargewichte müssen stärker streuen als die mit der Ultrazentrifuge gemessenen. Viskositätszahl und Ultrazentrifugenmolekulargewicht liefern annähernd einen Gewichtsdurchschnitt, der osmotische Druck dagegen einen Zahlendurchschnitt für den Polymerisationsgrad. Daher wirkt sich bei letzterem eine Uneinheitlichkeit der Präparate besonders stark aus, während das in der Ultrazentrifuge bestimmte Molekulargewicht bis zur Uneinheitlichkeit $U \approx 1$ unabhängig von U ist[5]). Außerdem ist bei den osmotischen Molekulargewichten bei $M > 1{,}5 \cdot 10^6$ die Genauigkeit der Messung nur noch gering.

Der durch die Figur gegebene Zusammenhang zwischen Viskositätszahl Z_η und Polymerisationsgrad P läßt sich darstellen durch

$$Z_\eta = K \cdot P^{0{,}9}.$$

Für den Exponenten 0,900 ist die Konstante $K = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$. Statt P hiernach zu berechnen, ist es jedoch besser, den Wert direkt aus der Kurve zu entnehmen.

Die Viskositätszahlen sind alle bei einem Strömungsgradienten von etwa $10^3\,\mathrm{sec}^{-1}$ gemessen, der sich bei Verwendung von Kapillarviskosimetern von ungefähr 0,3 mm Radius und 10 cm Länge ergibt. Dieses Z_η gilt aber nicht für das Geschwindigkeitsgefälle 0; bei hohen Molekulargewichten ist der Wert von Z_η dann höher[6]). Eventuell erhöhen sich die Z_η-Werte gerade so weit, daß für den Gradienten 0 die Staudingersche Gleichung gilt, also in der obigen Gleichung der Exponent = 1 wird.

Die mit den üblichen Viskosimetern gemessenen Viskositätszahlen entsprechen im allgemeinen einem Gradienten von $10^3\,\mathrm{sec}^{-1}$, so daß der durch die Ultrazentrifugenmessung gegebene recht eindeutige Zusammenhang $Z_\eta = f(P)$ als Eichkurve für die leicht zu messende Viskositätszahl in Aceton benutzt werden kann. Da die einzelnen Cellulosenitrate sich in dieser Beziehung nicht stark voneinander unterscheiden, erhält man durch die Eichkurve der Figur auch die Polymerisationsgrade von anderen Cellulosenitraten als Baumwolle mit guter Näherung. Der dabei erhaltene Durchschnittswert ist annähernd ein Gewichtsdurchschnitt.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für die Zurverfügungstellung der apparativen Mittel.

Institut für Physikalische Chemie der Universität Mainz.

G. Meyerhoff.

Eingegangen am 12. November 1953.

[1]) Meyerhoff, G.: Makromol. Chem. 6, 197 (1951).
[2]) Meyerhoff, G.: Makromol. Chem. 5, 161 (1950). — Meyerhoff, G., u. G. V. Schulz: Makromol. Chem. 7, 294 (1951).
[3]) Die Präparate Nr. 1 bis 4 wurden von Frau I. Doll, Nr. 5 bis 7 von Fräulein Dr. M. Marx hergestellt.
[4]) Schulz, G. V., u. M. Marx: Erscheint in Kürze in Makromol. Chem.
[5]) Meyerhoff, G.: Naturwiss. 40, 106 (1953). — Makromol. Chem. (im Druck).
[6]) Lindsay, C. H.: J. Polymer. Sci. 7, 365 (1951). — Cantow, H.-J., J. Pouyet u. C. Wippler: Erscheint in Kürze.

On the Reaction of Keto acids with Amino acids.

In an earlier publication[1]) from this laboratory it was reported that several amino acids in presence of α-ketoglutarate or pyruvate, formed glutamic acid and alanine respectively, when a mixture of the amino acid and the sodium salt of the keto acid was spotted on filter paper and dried at temperatures above 80° C. It was also indicated that special care should be taken in spotting the solutions for chromatography while investigating enzyme-catalysed transamination reactions, to prevent the non-enzymatic transaminations occurring on heating the paper.

In a recent note published in Naturwissenschaften, Heyns and Walter[2]) have commented that non-enzymatic transamination reactions have already been investigated *in extenso* by Herbst and coworkers[3–6]). We were aware of these findings.

But a careful perusal of our note would have shown that the conditions of our experiments were quite different from those employed by Herbst and coworkers. The sodium salts of α-keto-acids were used throughout and the reaction mixtures contained phosphate buffer p_H 8·2; whereas in the investigations of Herbst free keto acids were used and the reaction was carried out in boiling aqueous solutions. Herbst has specifically stated in his review on transamination reactions[3]) that addition of alkali in sufficient quantity to convert the organic acids into their salts effected complete inhibition of the reaction. In confirmation of this observation, we have also found that *no transamination* occurs when a mixture of an amino acid and the sodium salt of pyruvic acid in aqueous solutions was boiled for as long a period as 2 hours. In contrast to this, when the same reaction mixture was spotted on a filter paper and the spot dried at about 80° C. for half an hour, formation of alanine could be proved by chromatographic procedure. This further led us to investigate the effect of moisture and also cellulose on the non-enzymatic transamination reaction.

Reaction mixtures containing 0·1 c.c. of glutamic acid (0·1 M), 0·1 c.c. sodium pyruvate solution (0·1 M) and 0·2 c.c. of (M/15) potassium phosphate solution (p_H 5·0) were set up in small test tubes to which was added 0·2 gm. of cellulose powder. A control was set up in which no cellulose powder was added. The mixtures were taken to dryness by keeping in a desiccator for 48 hrs. To one of the tubes, 0·3 c.c. water was added. All the tubes were then heated at 105° for 30 minutes and after cooling, the volume in all cases was made up to 2 c.c. After centrifugation, the supernatants were analysed chromatographically. It was found that no transamination took place in presence of moisture and in the dry state the reaction proceeds only in the presence of cellulose.

Now it is quite clear that the transamination reaction between α-amino acids and the sodium salts of α-keto acids which we had reported earlier is essentially a dry reaction although just traces of moisture may be necessary to initiate the reaction. It is also in some way catalysed by cellulose. As far as we are aware this type of reaction has not been reported in the literature.

The effect of temperature on this reaction was next studied. The reaction mixture contained 0·1 c.c. of 0·1 M glutamic acid, 0·1 c.c. sodium pyruvate solution (0·1 M) and 0·8 c.c. of M/15 KH_2PO_4 solution (p_H 5·0). 20 µl aliquots of this mixture were spotted on filter paper circles (24 cms. diameter) and heated at different temperatures for 30 minutes. After cooling, the chromatograms were developed with n-butanol-acetic acid-water (40:10:50) solvent and the colour developed in the usual manner. It was found that at temperatures above 120° C., the amino acids as well as the products of the reaction were destroyed to a considerable extent. Another important observation made by us is that at temperatures above 95° C., γ-aminobutyric acid, a decarboxylation product of glutamic acid was formed (Fig. 1). In the absence of pyruvate from the reaction mixture γ-aminobutyric acid could not be detected. Similar decarboxylation was observed

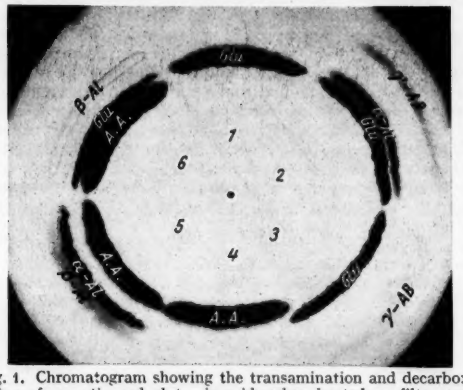


Fig. 1. Chromatogram showing the transamination and decarboxylation of aspartic and glutamic acids when heated on filter paper at 100° C. for 20 minutes in the presence of salts of α-ketoacids. *Glu* glutamic acid; *A.A.* aspartic acid; *α-Al* α-alanine; *β-Al* β-Alanine; *γ-AB* γ-amino butyric acid. *1* Glutamic acid + potassium dihydrogen phosphate solution (M/15) p 5·0. *2* Glutamic acid + pyruvate and potassium phosphate. *3* Glutamic acid + α-ketoglutarate + KH_2PO_4 solution. *4* Aspartic acid + potassium phosphate solution. *5* Aspartic acid + pyruvate + potassium phosphate. *6* Aspartic acid + α-ketoglutarate + potassium phosphate.

in the case of aspartic acid and pyruvate resulting in the formation of β-alanine (Fig. 1). This clearly shows that decarboxylation also occurs along with transamination.

On taking these facts into consideration, we have sufficient reason to think that the mechanism of the transamination reaction in presence of cellulose which was reported by us[1]) might be different in some respects from that of the well-known transamination reaction of HERBST.

Full details of the investigation and the quantitative data in support of this view will be published elsewhere.

Department of Biochemistry, Indian Institute of Science, Bangalore 3, India.

K. V. GIRI, G. D. KALYANKAR and C. S. VAIDYANATHAN.

Eingegangen am 3. November 1953.

[1]) GIRI, K. V., and G. D. KALYANKAR: Naturwiss. **40**, 224 (1953).
[2]) HEYNS, K., and W. WALTER: Naturwiss. **40**, 362 (1953).
[3]) HERBST, R. M.. Adv. Enzymol. **4**, 75 (1944).
[4]) HERBST, R. M., and L. L. ENGEL: J. of Biol. Chem. **107**, 505 (1934).
[5]) HERBST, R. M.: J. Amer. Chem. Soc. **58**, 2239 (1936).
[6]) HERBST, R. M., and D. RITTENBERG: J. Org. Chem. **8**, 380 (1943).

Preparation and Hofmann Rearrangement of benzilic acid amide.

In connection with our work on amide formation from acids and urea[1]),[2]), it was found necessary to prepare benzilic acid amide in order to confirm the identity or otherwise, of one of the products (m.p. 153—154°) of reaction between benzilic acid and urea[3]) with the former (m.p. 154°). Further, in connection with our other work on Hofmann Reaction with 'Aryl-aliphatic amides', benzilic acid amide appeared to provide a good example of an amide having two phenyl groups and one hydroxyl group in α-position.

Although benzilic acid amide finds mention in the literature[4]),[5],[6]) no experimental details are described for its preparation except in the work of SETLUR and NADKARNY[6]) who claim to have obtained this amide in 70% yield by treating the reaction product of benzilic acid and PCl_5 (at ordinary temperature) with solid ammonium carbonate.

The present work indicates that, in the first instance, the assumption of KLINGER and STANDKE[4]) that the reaction product of benzilic acid and PCl_5, consisted of a mixture of benzilic acid chloride and diphenyl-chloroacetyl-chloride, was untenable [SETLUR and NADKARNY[6])] in as much as the chlorination of the carboxyl group in preference to the hydroxyl is impracticable and hence no possibility of the formation of benzilic acid chloride. Formation of amide takes place in this case, through the formation of α-chloramide with subsequent hydrolysis of the α-Cl atom. Secondly, it could not be found possible to reproduce the yield reported by SETLUR and NADKARNY[6]) obviously because all the benzilic acid is not converted to diphenyl-chloroacetylchloride by treatment of the former with PCl_5 at ordinary temperature; the reaction mixture has to be heated for about an hour at 120—130°[5]) for complete conversion of the acid to chloro-acid-chloride, otherwise most of the acid escapes, in the form of ammonium salt, in aqueous solution.

Our experiments on the conversion of pure diphenyl-chloro-acetyl-chloride to benzilic acid amide firstly by treatment with solid ammonium carbonate and secondly by saturating the ethereal solution of the former with ammonia and subsequent hydrolysis of the α-Cl atom, indicated that the yield of the crude amide by the first method was about 50% and by the second about 73%.

The only direct method, however, for the preparation of amides of hydroxy-acids is by the action of ammonia on the ester, which has not been hitherto applied to benzilic acid. Benzilic acid amide has now been prepared both from methyl[7]) and the ethyl[8]) esters of benzilic acid. Methyl ester was found to be much more reactive than ethyl ester, giving a higher yield (40%). It is of further interest to note that the presence of a small amount of solid ammonium chloride in the reaction mixture of ester and ammonia improved the yield from 40% to about 60% from the methyl ester. The yield noted in case of ethyl ester, was in general poor (25—30%).

It is important to note that although the amide formation from benzilic acid ester proceeds fairly well by agitation with concentrated ammonia at room temperature for 12—20 hours, it was noted that the methyl ester was scarcely attacked at all by heating with alcoholic ammonia in a sealed tube at 140—150° for about 12 hours. It is contrary to the fact that an alternative process for esters which do not easily furnish amide by reaction with cold ammonia, is to heat them with alcoholic ammonia in a sealed tube at 100—150°[9]). It may be mentioned that an almost similar anomaly in the formation of amide from esters is recorded earlier by FISCHER and DILTHEY[10]) who found that dimethyl ester of diethyl malonic acid was not attacked at all by heating with alcoholic ammonia at 140—150° for 12 hours although malonic ester readily gives the diamide by treatment with aqueous or alcoholic ammonia.

HOFMANN Reaction with benzilic acid amide has been carried out with alkaline solution of potassium hypobromite which yielded as the final product, Benzophenone in about 80% yield (crude product). This may either be interpreted according to equation (1) or else equation (2) suggested by ARCUS and GREENWOOD[11]) in connection with their work on HOFMANN reaction with α- and β-hydroxy amides. It was noted that the conversion of benzilic acid amide to benzophenone by HOFMANN Reaction, took place rather quickly. It separated from the reaction mixture as a crude solid soon after all the amide had been added in small portions over a period of 30—45 minutes, to a cold aqueous alkaline solution of potassium hypobromite.

$$(Ph)_2C(OH)-CONH_2 \xrightarrow{Br,KOH} (Ph)_2C(OH)-NH_2 \xrightarrow{-NH_3} (Ph)_2C=O \qquad (1)$$

$$(Ph)_2C(OH)-CONH_2 \xrightarrow{KOBr} (Ph)_2C(OH)\cdot NCO \xrightarrow{KOH} (Ph)_2C=O+KCNO+H_2O \qquad (2)$$

Since in this case, the formation of Benzophenone takes place rather quickly, it may be suggested that the reaction

involved here may be oxidation by the hypobromite solution according to the following equation:

$$2\,(Ph)_2C(OH)-CONH_2 + 5\,BrO^- \rightarrow 2\,(Ph)_2C=O + N_2 + 3\,H_2O + 2\,CO_2 + 5\,Br^- \quad (3)$$

The authors wish to record their thanks to their colleague Dr. M. A. Aziz for his keen interest and their appreciation to the assistence rendered by Azhar Husain Khan in this work.

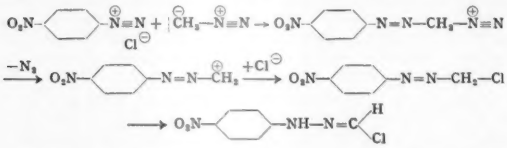
Department of Chemistry, Muslim University, Aligarh, India. A. Rahman and M. O. Farooq.

Eingegangen am 14. Oktober 1953.

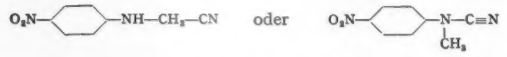
[1]) Cherbuliez, E., and F. Landolt: Helv. chim. Acta **29**, 1438 (1946).
[2]) Rahman, Azizur, and M. O. Farooq: Current Sci. **21**, 338 (1952).
[3]) Rahman, A., and M. O. Farooq: Die Umsetzung von Benzilsäure und Harnstoff. Liebigs Ann. Chem. (in press).
[4]) Klinger, H., and O. Standke: Ber. dtsch. chem. Ges. **22**, 1212 (1889).
[5]) Bickel, H.: Ber. dtsch. chem. Ges. **22**, 1537 (1889).
[6]) Setlur, S. A., and V. V. Nadkarny: Proc. Indian Acad. Sci. Ser. A **12**, 266 (1940).
[7]) Acree, S. F.: Ber. dtsch. chem. Ges. **37**, 2765 (1904).
[8]) Curtius, T.: J. prakt. Chem. (2) **95**, 195 (1917).
[9]) Hofmann, A. W.: Ber. dtsch. chem. Ges. **15**, 977 (1882).
[10]) Fischer, E., and A. Dilthey: Ber. dtsch. chem. Ges. **35**, 844 (1902).
[11]) Arcus, C. L., and D. B. Greenwood: J. Chem. Soc. [London] **1953**, 1937.

Die Reaktion von p-Nitro-benzol-diazonium-chlorid mit Diazo-methan; eine neue Sextettumlagerung.

In unserem Laboratorium wird seit einiger Zeit die Kupplung aromatischer mit aliphatischen Diazoverbindungen bearbeitet[1]). Unter Austritt des aliphatischen Diazostickstoffs liefern Diazo-alkane, Diazo-ketone bzw. Diazo-essigester die Arylhydrazid-chloride von Carbonsäuren, α-Ketosäuren bzw. der Oxalestersäure. Während sich die Azokupplung mit α-Diazo-carbonyl-Verbindungen sehr glatt vollzieht, sofern nur das aromatische Diazoniumsalz genügend reaktiv ist, treten bei der Reaktion mit Diazo-alkanen Schwierigkeiten auf; diese beziehen sich offensichtlich auf die letzte Stufe des folgenden Reaktionsschemas, das Einfangen des Chloranions. Eine 85%ige Ausbeute am Form-(p-nitro-phenylhydrazid)-chlorid ist isolierbar, wenn man eine Lösung von Diazo-methan langsam zur gekühlten, mit Lithiumchlorid gesättigten methanolischen Lösung von p-Nitro-benzol-diazonium-chlorid unter Rühren zutropft. Ob die Tautomerisierung der Azo- zur Hydrazongruppe vor oder nach der Einlagerung des Chlor-anions erfolgt, läßt sich nicht entscheiden.

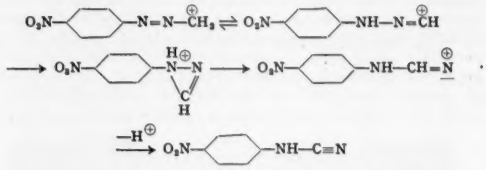


Um die mit der Anlagerung des Chlor-anions konkurierende Reaktion des Carbonium-ions kennen zu lernen, bedienten wir uns einer inversen Methodik: Langsames Einfließen der methanolischen Lösung des aromatischen Diazonium-chlorids in einen Überschuß eisgekühlter Diazo-methan-Lösung. Mehrere kristallisierte Produkte weisen darauf hin, daß mehr als 1 Mol Diazo-methan in Reaktion treten. Eine in 20%iger Ausbeute erhaltene farblose Verbindung $C_8H_8O_2N_3$ muß aus dem aromatischen Diazonium-chlorid mit 2 Mol Diazo-methan unter Freisetzung von HCl und 2 Mol N_2 entstanden sein. $C_8H_8O_2N_3$ (Schmp. 155°) zeigt das UV-Spektrum des p-Nitranilins; die saure oder alkalische Hydrolyse liefert N-Methyl-p-nitranilin neben Ammoniak. Eine Infrarotbande[2]) bei 4,52μ weist auf eine Nitrilgruppe. Von den beiden konstitutionellen Möglichkeiten



muß letztere zutreffen; die mit der Hydrolyse verbundene Decarboxylierung und das Fehlen der NH-Schwingung im IR sind nur mit der Formel des N-Methyl-p-nitrophenyl-cyanamids vereinbar. Die Methylierung von authentischem p-Nitrophenyl-cyanamid mit Diazo-methan führt zu einem identischen Produkt.

Wie entsteht das als Zwischenstufe anzunehmende p-Nitrophenyl-cyanamid? Offensichtlich konkurriert mit der Aufnahme eines Anions eine innermolekulare Umlagerung des im obigen Reaktionsschema auftretenden reaktiven Carbonium-ions:



Im Gegensatz zu den normalen Carbonium-Umlagerungen lassen sich hier die Übergangszustände „klassisch" formulieren. Die angenommene Stufenfolge soll nur der Illustration dienen; mehrere Stufen können sehr wohl auch gleichzeitig ablaufen. Es liegt hier eine neuartige Sextettumlagerung vor, die die bekannten Typen (Beckmann-, Wolff-Umlagerung, Hofmannscher Abbau usf.) ergänzt.

Institut für Organische Chemie der Universität München. Rolf Huisgen und Hans-Joachim Koch.

Eingegangen am 21. November 1953.

[1]) Huisgen, R.: Angew. Chem. **65**, 40 (1953).
[2]) Herrn Dr. U. Schiedt, Tübingen, sei für die Aufnahme des IR-Spektrums gedankt.

Phasenmikroskopie der Rasierklinge.

Eine scharfe Rasierklinge ist brauchbar als Kante für die Demonstration der Fresnelschen Beugung des Lichts. Das Phasenkontrastverfahren kann man daher zweckmäßig auf die Beugungserscheinung an der Rasierklinge anwenden. Mit

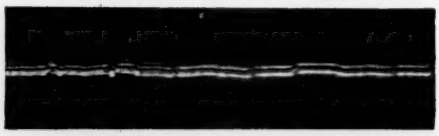


Fig. 1. Das Mikrogramm der neuen Rasierklinge, das im Dunkelfeld des Phasenkontrastverfahrens aufgenommen wurde. Vergrößerung 1:1000.

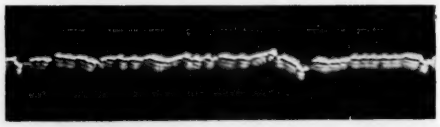


Fig. 2. Das Mikrogramm der gebrauchten Rasierklinge. Die sägezähnigen Streifen sind hier bemerkbar. Vergrößerung 1:1000.

Hilfe von Phasenmikroskopie läßt sich die Rasierklinge nicht nur qualifizieren, sondern auch in der Demonstration der Phasenmikroskopie zeichnet sie sich vor anderen Versuchsobjekten aus.

Die vorliegenden Negative wurden im Dunkelfeld der Phasenmikroskopie hergestellt, wobei die Vergrößerungsfähigkeit des Objektivs 20fach und die des Okulars 20fach betrug. Die in Fig. 1 und 2 wiedergegebenen Positive wurden 2fach nachvergrößert. Eine neue Rasierklinge, wie man sie in Fig. 1 ersieht, ergab beim Phasenkontrastverfahren einige verhältnismäßig glatte Streifen, während die zum Rasieren schon gebrauchte Klinge in der Fig. 2 sägezähnige Streifen darstellte.

Scientific Research Institute, Ltd., Hongo, Tokyo, Japan. Shigeto Yamaguchi.

Eingegangen am 23. November 1953.

Purification of Lipase obtained from *aspergillus niger*.

Ramakrishnan and Banerjee[1]) have isolated a strain of *A. niger* from castor source which possess high lipolytic

activity and developed a cheap cake medium to grow this lipolytic mold on a large scale[2]). The author made an attempt to separate lipase and esterase groups of enzymes from lipase powder using salt precipitation methods and the results are recorded.

Experimental. The lipolytic mold was grown on a large scale and the lipase powder extracted according to RAMAKRISHNAN and NEVGI's[3]) method. Since the aqueous extract of lipase powder loses its activity soon, immediately 10% of ammorium sulphate were added to the aqueous extract and centrifuged. Operations were carried out at 0° C. The precipitate was discarded and more ammonium sulphate added to the supernatent to bring it to 70% saturation and centrifuged. The precipitate was taken in minimum amount of distilled water and dialysed against distilled water for six hours. The preparation was diluted to a protein content of 6 mgm./ml. and 0·5 volume of alumina gel (30 mgm./ml.) was added. The mixture was set in the cold for 20 minutes with stirring and centrifuged. Supernatant was removed and the gel was homogenized with 1 volume of M/50 phosphate buffer of 4·8 p_H and allowed to stand for 15 minutes. Elute and supernatant were tested for lipase and esteraze activities.

For determining the lipase activity, fresh peanut oil was used as the substrate (F.F.A. → 0·05%). Each set of the experiments consisted of 1 ml. of oil, 1·5 ml. of disodium phosphate buffer of 5·2 p_H, enzyme, 0·5 ml. of gum arabic (10%) and 5 ml. water shaken and corked well and incubated for 2 hours at 37° C. Blanks always accompanied the samples. After the period of incubation, the contents were taken out and titrated against N/10 NaOH after the addition of 25 ml. of neutral alcohol and warming for some time. Necessary precautions were taken to take readings under sterile conditions. The difference between the sample and the blank will give the activity of lipase in terms of cc. of N/10 NaOH. Specific activity is the activity per mgm. of protein. For determining the esterase activity, the experimental procedure is the same except ethyl butyrate was used as the substrate. The results are given in Table 1.

Table 1.

Stage No.		Lipase			Esterase		
		Specific activity	Total units	% Recovery of units	Specific activity	Total units	% Recovery of units
1	Aqueous extract	·038	250	100	·019	250	100
2	10–70 % Am. SO_4 fraction	·760	175	70	·760	150	60
3	Gel eluate	1·52	110	44	1·52	130	52
4	Gel SN	3·04	100	40	3·80	105	42

It is found that even though it is possible to concentrate the lipase and esterase, separation of these could not be effected. Secondly, these fractions seem to be very unstable. Further studies will be carried out to separate these two groups.

Acknowledgment. The author wishes to thank Dr. D. M. BOSE, the Director, and Dr. J. K. CHOWDHARY, Head of the Chemistry Department, for the keen interest they have taken in the progress of the problem.

Bose Institute, Calcutta, India.

C. V. RAMAKRISHNAN *).

Eingegangen am 3. Dezember 1953.

*) Present address: Division of Applied Biology, National Research Council, Ottawa, Canada.

[1]) RAMAKRISHNAN, C. V., and B. N. BANERJEE: Science [Lancaster, Pa.] **113**, 125, 2927 (1951).

[2]) RAMAKRISHNAN, C. V., and B. N. BANERJEE: Enzymologia **15**, 98 (1951).

[3]) RAMAKRISHNAN, C. V., and G. V. NEVGI: Ann. Biochem. a. Exp. Med. **10**, 19 (1950).

Serienuntersuchungen mit Hilfe einer neuen Form der Streifen-Papierchromatographie *).

Im Rahmen züchterischer Arbeiten, die papierchromatographische Analysen an einer großen Zahl von Einzelpflanzen erforderten, sahen wir uns vor die Aufgabe gestellt, Papierchromatogramme serienmäßig herzustellen. Nun lassen sich mit Hilfe der normalen auf- bzw. absteigenden Chromatographie serienmäßige Untersuchungen ohne Schwierigkeiten durchführen, doch ist die hierbei zu erzielende Trennschärfe in vielen Fällen nicht ausreichend. Die Rundfilterpapierchromatographie (RUTTER, ZIMMERMANN und NEHRING, GIRI und Mitarbeiter) hat demgegenüber einen wesentlich höheren Trenneffekt; zur Bewältigung größerer Serienuntersuchungen hat sie sich jedoch, selbst bei Anwendung des Sektorenverfahrens, als unzweckmäßig erwiesen. Es gelang uns, durch Kombination der gewöhnlichen Chromatographie mit der Rundfilterchromatographie die Vorteile beider Verfahren zu vereinen und eine Methode für Serienuntersuchungen zu entwickeln, die sich durch leichte Handhabung und gute Trennschärfe auszeichnet. Das Verfahren hat sich sehr gut bewährt

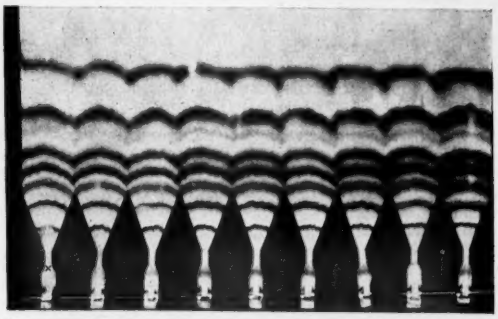


Fig. 1. Papierchromatogramme einer Aminosäurelösung, bestehend aus Cystin, Asparagin, Glykokoll, Glutaminsäure, Alanin, Tryptophan und Leucin. Aufgetragene Mengen von 3 µl (ganz links) bis 7 l (ganz rechts, von Streifen zu Streifen um je 0,5 µl steigend. Papier: Elektrophoresepapier[1]).

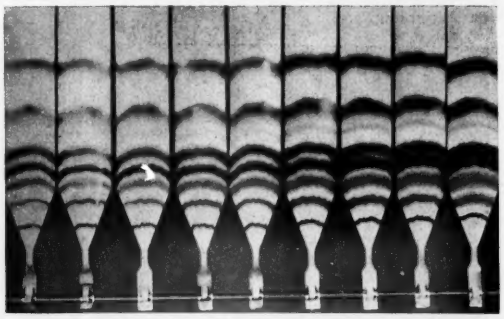


Fig. 2. Dasselbe wie Fig. 1 aber auf Einzelstreifen. × Auftragungspunkt (ganz links angegeben). Papier: Elektrophoresepapier[1]).

und wird bei uns seit etwa einem Jahr bei Bestimmungen von Pflanzeninhaltsstoffen angewendet.

Ein rechteckiger Bogen Filtrierpapier (40 × 28 cm) wird so zugeschnitten, daß an der unteren Seite etwa zehn keilförmige Zungen entstehen, die über 2 mm breite Brücken in etwa 10 mm breite Streifen auslaufen (Fig. 1). Die zu untersuchenden Lösungen werden an den gekennzeichneten Stellen aufgetragen; durch das aufsteigende Laufmittel bilden sich dann im Bereich der keilförmigen Zungen konzentrische Kreisbögen der einzelnen Substanzen, ähnlich dem Sektorenverfahren der Rundfiltermethode, um sich dann im weiteren Verlauf parallel fortzusetzen. Der Punkt des Aufsetzens der Untersuchungssubstanz und die Formgebung der Zungen sind hierbei von entscheidender Bedeutung, einerseits für die Bildung der Kreisbögen, andererseits für die gleichmäßige Konzentrationsverteilung innerhalb der Kreisbögen.

Sollen genauere quantitative Bestimmungen durchgeführt werden, so können wegen der Berührung der einzelnen Kreisbögen an den Grenzstellen die Papierbögen in einzelne Streifen zerschnitten werden (Fig. 2), die dann auf einen Glasbügel gezogen werden und anschließend in gleicher Weise gehandhabt werden wie ein zusammenhängender Bogen.

Diese Methode ist auch besonders dann zu empfehlen, wenn beabsichtigt ist, zur genaueren Identifizierung der getrennten Substanzen das einzelne Chromatogramm mit verschiedenen Sprühmitteln zu entwickeln, wobei dann nach dem

Trocknen, aber vor der Entwicklung die einzelnen Streifen nochmals in einzelne Längsstreifen zerlegt und mit verschiedenen Reagenzien besprüht werden können.

Zehn Glasbügel mit unzerteilten Bogen bzw. zehn Glasbügel mit je zehn Einzelstreifen können in einem rechteckigen Glasgefäß (47×29×29) in einem Ansatz verarbeitet werden, so daß gleichzeitig bis zu 100 Papierchromatogramme hergestellt werden können.

Eine ausführliche Darstellung erfolgt in der Zeitschrift „Der Züchter".

Institut für Pflanzenzüchtung Quedlinburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.

Eingegangen am 9. November 1953. WERNER MATTHIAS.

*) Quedlinburger Beiträge zur Pflanzenzüchtung Nr. 17.
[1]) Firma Spezialpapierfabrik, Niederschlag i. Erzgeb.

Modifizierte eindimensionale Papierchromatographie für quantitative Zwecke.

Bei der quantitativen Papierchromatographie ist eine scharfe Trennung der einzelnen Komponenten Voraussetzung für die Erzielung brauchbarer Ergebnisse. Bei der üblichen ein- oder zweidimensionalen Papierchromatographie ist das Auflösungsvermögen nicht immer ausreichend, wogegen die in unserem Institut modifizierte Ringpapierchromatographie[1]) schärfere Trennungen gestattet. Für quantitative Zwecke ist es jedoch wünschenswert, wenn man gleichzeitig mehrere Analysen- und Standardlösungen nebeneinander chromatographieren kann und wenn die einzelnen Komponenten auf annähernd gleiche Papierflächen verteilt sind, damit auch die Papierblindwerte etwa gleich werden. Dies läßt sich durch eine Modifikation der Technik von I. G. MARCHAL und T. MITTWER[2]), die auch von F. REINDEL und W. HOPPE[3]) in etwas abgeänderter Form beschrieben wurde, erreichen. Fig. 1 zeigt das Prinzip und seine Anwendung bei der absteigenden Papierchromatographie von Aminosäuren.

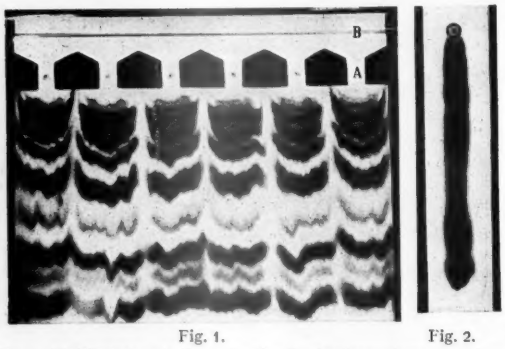


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. Modifiziertes eindimensionales Papierchromatogramm eines Casein-Totalhydrolysates (je 412 γ Aminosäuregemisch) in 80%igem n-Propanol.

Fig. 2. Normales eindimensionales Papierchromatogramm desselben Gemisches.

Aus einem Papierbogen (30×30 cm) wurden mit Hilfe einer scharfen Klinge Fünfecke, wie sie die Figur zeigt, ausgeschnitten, so daß Papierzungen (*A*) (1,5×2 cm) resultierten, die nach oben in einen 3,5 cm breiten Papierstreifen (*B*) auslaufen. Das zu trennende Gemisch wird auf *A* so aufgebracht, daß die Ränder des Aminosäurefleckes nicht bis an die Papierkanten auslaufen, da sonst im Verlauf der Chromatographie eine Verschmelzung der entsprechenden Aminosäurebanden der einzelnen Hydrolysate eintritt, was für quantitative Zwecke natürlich unerwünscht ist. Der Streifen *B* dient zum Einhängen in das Entwicklergemisch, wobei die Entwicklung sowohl eine auf- als auch eine absteigende sein kann. Auf den einzelnen Papierzungen *A* können Analysen- oder Standardlösungen aufgegeben und dann unter uniformen Bedingungen nebeneinander entwickelt werden. Wie die Fig. 1 zeigt, ist die Trennung auf der zur Verfügung stehenden Laufstrecke von etwa 25 cm trotz der hohen Ausgangsmenge (412 γ Aminosäuregemisch eines Casein-Totalhydrolysates) gut. Fig. 2 zeigt dagegen die gleiche Menge bei gleicher Laufstrecke in der üblichen eindimensionalen Entwicklung.

Je nach Größe der zur Verfügung stehenden Chromatographiekammern können die Dimensionen des gesamten Blattes selbstverständlich variiert werden. Über die Anwendung dieser Technik für die quantitative Papierchromatographie wird an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Oskar-Kellner-Institut für Tierernährung, Rostock, der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. K. NEHRING).

E. SCHWERDTFEGER.

Eingegangen am 20. November 1953.

[1]) ZIMMERMANN, G., u. K. NEHRING: Angew. Chem. **63**, 556 (1951).
[2]) MARCHAL, I. G., u. T. MITTWER: Proc. Kon. nederl. Akad. Wetensch., Ser. C **54**, 391 (1951).
[3]) REINDEL, F., u. W. HOPPE: Naturwiss. **40**, 245 (1953).

Über die papierelektrophoretische Trennung der Tuberkulostatika Paraaminosalicylsäure (PAS) und Isonikotinsäurehydrazid (INH).

Da die meisten kolorimetrischen Bestimmungen von INH unter einer mehr oder weniger großen Unspezifität leiden, prüften wir im Rahmen einer umfassenderen Untersuchung

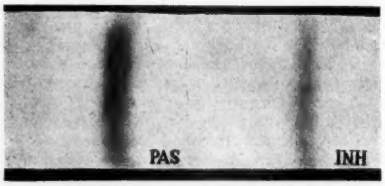


Fig. 1. Trennung von PAS und INH.

das Verhalten von INH und PAS, die sich bei einer Anzahl kolorimetrischer Untersuchungsmethoden empfindlich stören, bei der Papierelektrophorese. Beide Substanzen werden bei der kombinierten Chemotherapie der Tuberkulose verwendet, so daß das nachfolgend beschriebene Trennungsverfahren auch praktische Bedeutung erlangen könnte. Die Elektrophorese wurde mit einem Veronal/Veronalnatrium/Natriumchloridpuffer p_H 8,5, Ionenstärke 0,08, bei 110 V durchgeführt.

Ausgehend von den kolorimetrischen Bestimmungsverfahren, wie sie RAGAZ[1]) für PAS und SMOLAREK und STAHL[2]) für INH angegeben haben, benutzten wir in 50%iger Essigsäure gelöstes p-Dimethylaminobenzaldehyd als Sprühreagenz, mit dem wir die Elektrophoresestreifen entwickelten.

Beide Medikamente kondensieren mit p-Dimethylaminobenzaldehyd zu einem gelben Farbstoff (SCHIFFsche Base), der auf dem Elektropherogramm im Falle von PAS eine ockerfarbene, im Falle von INH eine bräunliche Tönung aufweist.

Wie Fig. 1 zeigt, lassen sich beide Medikamente elektrophoretisch außerordentlich gut trennen. (Die Konzentration der beiden Substanzen betrug 0,25% bei dem abgebildeten Elektropherogramm. Aufgetragen wurde 0,1 cm³ der jeweiligen Lösung.)

Schließt man sich dem Vorschlage von KUTZIM[3]) an und setzt die Wanderungsgeschwindigkeit des Badionals gleich 1,00, so beträgt im Vergleich dazu die des INH nur 0,05 und die der PAS 1,18.

Selbstverständlich kann das INH auf diese Weise auch von den meisten Sulfonamiden getrennt werden. Die quantitative Auswertung der Elektropherogramme kann nach den üblichen Methoden erfolgen.

Medizinische Klinik der Städtischen Krankenanstalten II, Braunschweig (Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. R. STAHL).

WITHOLD SMOLAREK und GERTRUD DLUGOSCH.

Eingegangen am 25. November 1953.

[1]) RAGAZ, L.: Schweiz. med. Wschr. **1948**, 1213.
[2]) SMOLAREK, W., u. R. STAHL: Dtsch. med. Wschr. **1953**, 273
[3]) KUTZIM, H.: Naturwiss. **39**, 135 (1952).

Über Piperazin als Reagens zur Unterscheidung aromatischer Endiole auf Papierchromatogrammen.

F. WEYGAND und E. CSENDES[1]) fanden, daß Endiole mit Titan(III)-chlorid in pyridinhaltiger methanolischer Lösung beim Schütteln an der Luft unter Bildung ziegelroter bis blutroter Färbungen oder Niederschläge reagieren. Verbindungen, die unter den Reaktionsbedingungen zu Endiolen reduziert

werden (z. B. Dehydroascorbinsäure oder o-Chinone) geben die gleiche Reaktion.

Bei Versuchen, das Pyridin durch ein weniger unangenehm riechendes Amin zu ersetzen, verwendeten wir Piperazin. Dabei beobachteten wir, daß das Piperazin ohne Zusatz von Metallionen mit aromatischen Endiolen farbige Verbindungen bildet. Für das Eugenol, ein einfach methyliertes aromatisches Endiol, wurde eine Farbreaktion dieser Art bereits von L. ROSENTHALER[2]) beschrieben. Die bisherigen Untersuchungen haben ergeben, daß sich das Piperazin insbesondere unter der Verwendung der Farbtafeln von OSTWALD[3]) zur papierchromatographischen Differenzierung einer großen Anzahl von Endiolen verwenden läßt. Eine ausführlicher Bericht folgt an anderer Stelle.

Pharmazeutisches Institut der Freien Universität Berlin.

G. SCHENCK und J. HÄRTEL.

Eingegangen am 4. Dezember 1953.

[1]) WEYGAND, F., u. E. CSENDES: Ber. dtsch. chem. Ges. **85**, 45 (1952).
[2]) ROSENTHALER, L.: Pharmac. Acta Helvetiae **1926**, 119.
[3]) Kleine Farbmeßtafel nach WILHELM OSTWALD. Verlag Göttingen, K. ZIMMERMANN. Farbtabelle Ridgeway-Ostwald. Frankfurt a. M. 1952.

Paper ionophoresis of alkaloids.

The technique of paper chromatography has been applied in the separation of various types of alkaloids as described by CRAMER[1]). Since the technique of paper ionophoresis is found to be one of the most efficient tools in micro-separations, the ionophoretic behaviour of alkaloids on filter paper has been studied and their separation by paper ionophoresis has been attempted. This communication presents the preliminary results.

Horizontal migration method was followed and the equipment used for that purpose was designed according to that described by McDONALD[2]) and constructed mainly out of perspex. The equipment is shown in the photograph (Fig. 1). Ionophoresis of the individual alkaloids as well as their mixture can be carried out side by side on a number of paper strips arranged on the frame. Hanovia "Chromatolite" ultraviolet lamp, (as shown in the photograph, Fig. 1) emitting 2537 Å radiation only was used to detect the alkaloids on paper. Some of the alkaloids (quinine, quinidine, chinchonidine, papaverine etc.) were detected by their fluorescence, while others were detected by the fluorescence-quenching technique of HOLIDAY and JOHNSON[3]). These appeared as blue-black spots due to quenching of fluorescence of paper in those regions.

10 mg. of each alkaloid was dissolved in 1 ml. of N/10 sulphuric acid, 0·01 ml. of this solution was applied on the buffer-soaked paper. Citric acid-phosphate buffer was invariably used. An electric field of 220 volts was applied and the current passing through the system was kept constant by a variable resistance. Ionophoresis was continued for about 8 hours. The ionophoretic behaviour of some of the chinchona, opium and strychnos alkaloids has been investigated. Studies with other alkaloids are in progress.

Between p_H-ranges 2—10 all the alkaloids move towards the negative electrode, this is expected from their basic character. Towards alkaline p_H there is sometimes multiplicity of spots, which may be due to more than one ionic species e.g. free base, dissociated and undissociated salts etc., as it was observed by ARONOFF[4]) in case of lysine during paper chromatography.

With increasing p_H of the conducting medium the mobilities of the alkaloids are expected to decrease. This is evident in case of chinchona alkaloids, but in case of opium and strychnos alkaloids the change in mobility with p_H is so small that any decrease or increase is not appreciable. Alkaloids belonging to the same group are found to possess very close mobilities, e.g. in case of chinchona alkaloids (quinine, quinidine, chinchonine and chinchonidine used in this study) all the four form a single spot at p_H's 2 and 4, at higher p_H's chinchonine moves a bit ahead of the other three, remaining unseparated from each other.

In case of opium alkaloids again, the mobilities are found to be close to each other at all p_H's. More than one spot are formed, however, out of the mixture of five alkaloids studied (morphine, thebaine, papaverine, narceine and narcotine). Of these five, narcotine and narceine are always found to have less mobilities. At p_H's 2·4 and 6 they together form the least mobile spot though at p_H 4 papaverine coincides with them. Papaverine due to its sparing solubility in alkaline medium forms a dragged spot at p_H 8 or 10 and thus becomes separated from the others. Morphine and thebaine together form the fastest moving spot. At p_H 6 the mixture of five alkaloids just separated out into three groups, the slowest being composed of papaverine, the middle one of narceine and narcotine, the fastest includes morphine and thebaine.

Only two strychnos alkaloids, strychnine and brucine, have been chosen for the study. They too have almost identical mobilities at different p_H's though at p_H's 6 and 8 the two resolve out into two distinct spots, strychnine being a bit ahead of brucine.

The separation of alkaloids belonging to different groups is rather easy as the mobilities are found to vary to certain extent from group to group, e.g. in acidic p_H the chinchona alkaloids generally move faster than the opium and strychnos alkaloids, in alkaline p_H opium alkaloids move faster than the chinchona and strychnos alkaloids.

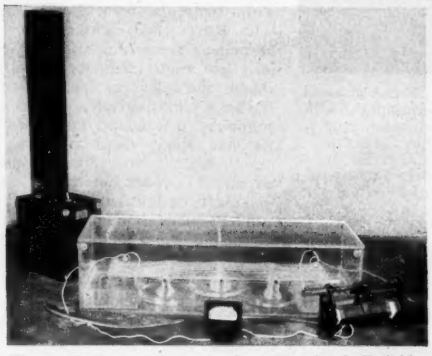


Fig. 1. Equipment for paper ionophoresis of alkaloids.

My sincerest thanks are due to Dr. D. M. BOSE, Director, Bose Research Institute, for his kind interest and continued encouragement during the progress of the work.

Bose Research Institute, Calcutta, India.

D. P. BURMA.

Eingegangen am 19. November 1953.

[1]) CRAMER, F.: Papierchromatographie, S. 97. Weinheim: Verlag Chemie 1953.
[2]) McDONALD, H. J.: J. Chem. Ed. **29**, 428 (1952).
[3]) HOLIDAY, E. R., and E. A. JOHNSON: Nature [London] **163**, 216 (1949).
[4]) ARONOFF, S.: Science [Lancaster, Pa.] **110**, 590 (1949).

Fluoreszenzmikroskopischer Nachweis der Speicherung von Berberin in Chondriosomenäquivalenten von Bakterien in vivo.

Nach neuerer Auffassung sind die Chondriosomen und ihnen äquivalente Strukturen Sitz der biologischen Redoxvorgänge (Atmung), während die Glykolyse allein im Zytoplasma abläuft ohne Bindung an Strukturen. So gelingt es unter anderem mit Hilfe geeigneter Redoxsysteme, z. B. Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC)/Formazan, Reduktionsorte, z. B. in den Grana von Ascitestumorzellen, zu lokalisieren [HÖLSCHER[1])]. SCHMITZ[2]) fand nun im Berberin eine Substanz, die eine starke Giftwirkung auf die Atmung der Ascitestumorzellen ausübt, ohne dagegen einen Einfluß auf die Glykolyse derselben zu gewinnen. Dieser Inhibitor wurde von den Grana der Zellen gespeichert und war in ihnen fluoreszenzmikroskopisch nachweisbar.

Ausgehend von diesen Befunden, habe ich eine parallele Darstellung von Chondriosomen mit Neo-tetrazoliumchlorid (NTC) und Berberinsulfat bei Saccharomyces cerevisiae mit Erfolg versucht. Hierdurch ermutigt, stellte ich dann auch Versuche mit Bakterien an, und zwar zunächst mit Escherichia coli. Das Resultat ist folgendes:

An den subpolaren Stellen, an denen es erstlich BIELIG, KAUSCHE und HAARDICK[3]) mit TTC und dann auch WACHSTEIN und PISANO[4]) mit NTC gelang, Reduktionsorte in Bakterien nachzuweisen, ließ sich nach Fluorochromierung in vivo mit Berberinsulfat (1:1000) fluoreszenzmikroskopisch eine

selektive Speicherung dieses Stoffes nachweisen. Das Bakterium leuchtete dort hell gelbgrün (Fig. 1). Im Gegensatz zu Acridinorange, mit dem eine deutliche Darstellung des Kernäquivalents in Form einer charakteristischen Spiralstruktur in vivo gelingt [KRIEG[5])], wird mit Berberinsulfat in lebenden ungeschädigten Zellen kein Kernäquivalent tingiert.

Fig. 1. Escherichia coli (Berberinsulfat). Abbildungsmaßstab 2000:1, Strahler: HBO 200; Lichtfilter: BG 12 — OG 5.

Da sich der Formazanniederschlag nach Behandlung mit NTC bzw. die Speicherung von Berberin bei Saccharomyces cerevisiae an den als metachromatische Körnchen (syn. Volutingranula) angesprochenen Grana nachweisen ließ, wurden auch Bakterien mit ähnlicher Körnchenbildung zur Untersuchung herangezogen. Als besonders geeignet erschien das Corynebacterium diphtheriae. In der postlogarithmischen Phase finden sich in Dipheriebakterien die zu ihrer Differentialdiagnose benutzten Volutingranula (syn. BABES-ERNSTsche Körperchen, NEISSERsche Polkörnchen, metachromatische Granula). Es zeigte sich nun auch bei ihnen eine selektive Speicherung von Berberin im Bereich der ebenfalls subpolar gelegenen Polkörperchen. Es hat somit den Anschein, daß durch Ablage von Metaphosphaten an mit TTC oder besser NTC nachweisbaren Reduktionsorten aus diesen metachromatische Granula entstehen können, welche dann auch auf andere Art (NEISSER-Färbung, Toluidinblaufärbung, Acridinorange-Fluorochromierung) leicht nachweisbar werden.

Mikrolaboratorium Zeiss-Winkel, Göttingen.

ALOYSIUS KRIEG.

Eingegangen am 13. November 1953.

[1]) HÖLSCHER, H. A.: Z. Krebsforsch. **57**, 361 (1951).
[2]) SCHMITZ, H.: Naturwiss. **38**, 405 (1951).
[3]) BIELIG, H. J., G. A. KAUSCHE u. H. HAARDICK: Z. Naturforsch. **4b**, 80 (1949).
[4]) WACHSTEIN, M., u. M. PISANO: J. Bacter. **59** (1950).
[5]) KRIEG, A.: Naturwiss. **40**, 414 (1953); Z. Hyg. **138**, 357 (1953).

Über die innertherapeutische Wirkung von Cyanamid.

Verschiedene günstige Erfahrungen über eine — wenn auch nicht immer durchschlagende — insektizide Wirkung des Kalkstickstoffes veranlaßten uns im Frühjahr 1952 zu einer Analyse dieser Wirkung. Diese ist offensichtlich nicht auf Schädlinge beschränkt, die im Boden leben, sondern erfaßt unter Umständen auch fressende und sogar saugende Insekten an den oberirdischen Pflanzenteilen[3]). Die bekannte Ätzwirkung und Gaswirkung des technischen Kalkstickstoffes und seiner Umsetzungsprodukte gab keine ausreichende Erklärung für diese Beobachtungen, die früher auch kaum systematisch durchgearbeitet worden waren. Es fanden sich aber Anhaltspunkte dafür, daß Cyanamid in solchen Konzentrationen von den Wurzeln aufgenommen und in der Pflanze weitergeleitet wird, daß ohne Schädigungen der Gewebe insektizide Wirkungen gewährleistet sind. Inzwischen ist die Aufnahme von Cyanamid durch die Pflanzen chemisch festgestellt[1]) und die innertherapeutisch insektizide Wirkung des Cyanamids wahrscheinlich gemacht worden[2]). Experimentelle Untersuchungen mit *Doralis fabae* auf *Vicia faba* sollten der näheren Klärung der innertherapeutischen insektiziden Wirkung dienen. Einige wesentliche Ergebnisse dieser Versuche seien kurz mitgeteilt.

Cyanamid wird aus wäßrigen Lösungen sowohl durch Wurzeln als auch durch Sproßorgane von *Vicia faba* (Pferdebohne) aufgenommen und wirkt auf saugende *Doralis fabae* (Schwarze Bohnenlaus) — gleichgültig ob sie vor oder nach der Behandlung angesetzt werden — toxisch, wenn N-Konzentrationen über 7,5 mg Cyanamid-N/1000 cm³ geboten werden. Die Blattlaussterblichkeit kann als ein empfindlicher biologischer Test für die Cyanamidkonzentration in den Blättern verwendet werden. Mit diesem Test läßt sich feststellen, daß die Pflanzen bei höheren Temperaturen und angespannter Wasserleitung rascher von Cyanamid durchsetzt werden als bei kühler Temperatur und hoher Luftfeuchtigkeit: Unter mittleren Außenbedingungen (20° C, 75% relative Feuchtigkeit) beginnen die Blattläuse auf den obersten Blättern einer *Vicia faba*-Pflanze einen Tag nach dem Einstellen des Wurzelsystems in die Cyanamidlösung abzusterben (Fig. 1); die Absterberate steigt dann je nach den Versuchsbedingungen mehr oder weniger rasch an. Werden *Vicia*-Sprosse nur begrenzte Zeit in Cyanamidlösungen eingestellt und dann in cyanamidfreier Nährlösung gehalten, so genügt bereits 6stündige Cyanamideinwirkung, um eine deutliche Wirkung hervorzurufen. Die Wirkung einer Cyanamid„behandlung" von 48 Std konnte durch aufeinanderfolgendes Aufsetzen frischer Blattläuse 6 Tage lang nachgewiesen werden; dann klingt sie — offensichtlich infolge physiologischer Umsetzung des Cyanamids in der Pflanze — ab. Die Wirkung gleicher Cyanamidgaben ist je nach Alter der Pflanzen und Entwicklungsstufe der Blattläuse verschieden. Werden getopfte Bohnenpflanzen einmal mit entsprechenden Cyanamidlösungen gegossen, setzt die innertherapeutisch insektizide Wirkung nach einem Tag ein, erreicht am 5. bis 6. Tag ein Maximum und klingt bis zum 8./9. Tag ab.

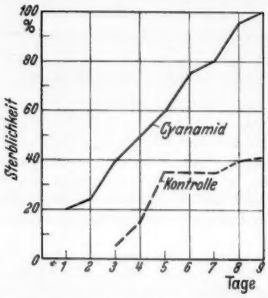


Fig. 1. Absterbeverlauf von *Doralis fabae* unter Cyanamid-Einwirkung. Temperatur 20° C, relative Luftfeuchtigkeit 75%, 200 mg Cyanamid-N/1000 cm³.

Orientierende Versuche mit anderen Objekten zeigten, daß erhebliche Unterschiede in der Cyanamidempfindlichkeit der Wirtspflanzen und der Schädlingsarten bestehen. Positive Ergebnisse wurden bei zwei weiteren Blattlausarten, bei Fritfliege, Kohlweißling, Getreidehähnchen und Stockälchen erzielt. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf die demnächst erscheinende ausführliche Veröffentlichung von H. D. KUNZ verwiesen.

Abschließend sei betont, daß die durch unsere Versuche nachgewiesene innertherapeutische Wirkung des Cyanamids nach Düngung mit Kalkstickstoff — die wir in Gefäß- und Feldversuchen nachweisen konnten — nur unter ganz bestimmten Bedingungen zum Tragen kommt; die mitgeteilten Ergebnisse bieten daher vorerst keine Grundlage für die Empfehlung von Kalkstickstoffdüngung als insektizides Mittel in der Praxis.

Göttingen, Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz.

W. H. FUCHS und H. D. KUNZ.

Eingegangen am 26. November 1953.

[1]) LATZKO, E., u. A. AMBERGER: Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde **59**, (104), 198 (1952).
[2]) ARENZ, B., u. H. SCHRÖPPEL: Z. Pflanzenkrank. [Pflanzenpathol.], Pflanzenschutz **59**, 334 (1952).
[3]) KIESSLING, L.: Einige neuere Erfahrungen über die Nebenwirkungen des Düngemittels Kalkstickstoff; Sonderdruck des II. Handelsdünger-Weltkongresses in Rom, 1951.

Über die Beeinflussung der Thrombinaktivität durch Kalium-Natrium-Polyphosphat (Tammansches Salz).

Polyphosphate werden seit langem zur Verhinderung der Blutgerinnung im Schlachthaus benutzt. Da sie technisch als Wasserenthärtungsmittel Verwendung finden, wird man den gerinnungshemmenden Effekt wahrscheinlich auf eine Dekalzifizierung zurückführen können. Die folgenden Versuche wurden mit Kalium-Natrium-Polyphosphat (PP) durchgeführt. Für eine totale Hemmung der Gerinnung von Vollblut (Mensch und Hund) sind Konzentrationen von 10 bis 30 mg-% PP (bezogen auf PP-Glührückstand) nötig. GÖTTE und FRIM-

MER[1]) konnten am narkotisierten Hund zeigen, daß PP bei einer Dosierung von 5 mg/kg und darüber auch in vivo wirksam ist. Bei diesen Versuchen war ein Wirkungsmechanismus durch Dekalzifizierung unwahrscheinlich. Die Gerinnungsanalyse ergab eine echte Prothrombinsenkung. Die optimale Wirkung trat in vivo erst einige Zeit nach der Injektion ein. Auch diese Tatsache spricht gegen eine Dekalzifizierung.

Der Zusatz von PP zu einem gereinigten Gerinnungssystem von Fibrinogen (Behringwerke) und Thrombin (Topostasin-Roche) ergab bei neutraler Reaktion eine von der zugegebenen PP-Menge abhängige Verlängerung der Gerinnungszeit. In der Fig. 1 ist das zugegebene PP in Milligramm gegen die aus einer Eichkurve ermittelten wirksamen Thrombineinheiten aufgetragen. Jeder Gerinnungsansatz (Vol. 1 cm³) enthielt 10 E Topostasin und 2,5 mg Fibrinogen. Das Thrombin wurde jeweils mit der zu testenden PP-Verdünnung 1 min bei 37° inkubiert. Der lineare Teil der Kurve verläuft bei weiterer Erhöhung der PP-Konzentration geradlinig bis zum Schnittpunkt mit der Abszissenachse weiter. Bei den höheren PP-Konzentrationen vollzieht sich ein allmählicher Übergang von einer echten Gerinnung mit Bildung eines zusammenhängenden Koagulums zu einer zeitlich definiert auftretenden starken

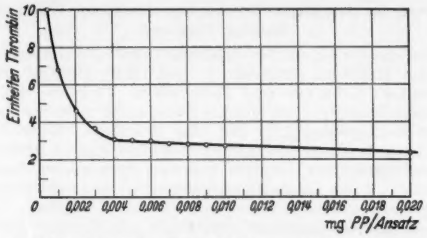


Fig. 1. Abhängigkeit der Thrombinhemmung von den im Ansatz vorhandenen PP-Mengen.

Trübung mit Bildung kleiner Flöckchen. Die Hemmungskurve setzt sich offensichtlich aus zwei verschiedenen Komponenten zusammen. Wie bereits gezeigt werden konnte[2]), scheint PP als Komplexbildner mit einer prosthetischen Gruppe des Thrombins zu reagieren. Durch papierelektrophoretische Untersuchungen sollte geklärt werden, ob sich PP mit Thrombin oder Fibrinogen unter Inaktivierung zusammenlagert. Zur Erleichterung der Nachweisbarkeit des PP wurde dieses mit P^{32} markiert. In allen Versuchen war die Wanderungsgeschwindigkeit des PP größer als die des beigemischten Thrombins und Fibrinogens. Die Einzelkomponenten wanderten im Gemisch mit unveränderter Geschwindigkeit. Somit ist keinerlei Anhaltspunkt für eine spezifische Reaktion zwischen einer der Eiweißkomponenten und dem PP vorhanden.

Max-Planck-Institut für Chemie (Chemische Abteilung), Mainz.

MAX FRIMMER und KARL PFLEGER.

Eingegangen am 4. November 1953.

[1]) GÖTTE, H., u. M. FRIMMER: Z. Naturforsch. (im Druck).
[2]) FRIMMER, M.: Angew. Chem. 65, 241 (1953).

Die Wirkung des sichtbaren Spektralbereiches der optischen Strahlung auf das periphere Blutbild.

Während die Literatur über den Einfluß des UV-Lichtes auf das Blutbild außerordentlich groß ist, finden sich kaum Angaben über die Wirksamkeit des isolierten sichtbaren Bereiches. Die durch Sonnenbestrahlungen und Tagesbelichtungen erzielten Effekte müssen weitgehend dem UV-Anteil der applizierten Strahlung zugeschrieben werden. Lediglich CLARK[1]) berichtete 1931 über Bestrahlungsversuche mit dem Wellenlängenbereich von 3900 bis 6500 Å, wobei sie eine Vermehrung der polynukleären Granulozyten wie auch der Lymphozyten fand. Auch GREB[2]) führte kürzlich ähnliche Untersuchungen durch. In jüngerer Zeit vertreten DE RUDDER[3]) und vor allem HOLLWICH[4]), [5]) die Auffassung, daß eine Beeinflussung der Blutbildung durch sichtbares Licht über das Auge auf dem Wege des „energetischen Anteils der Sehbahn" erfolge.

An einer größeren Reihe von Albinokaninchen wurde (bei abgedeckten Augen!) nach Bestrahlung eines 100 cm² großen rasierten Rückenhautfeldes mit dem Spektralbereich von 4000 bis 8000 Å das Verhalten des peripheren Blutbildes über 30 Std beobachtet. Die Blutentnahmen erfolgten zunächst in ein-, später in mehrstündigen Abständen; es wurde die übliche Untersuchungsmethodik angewendet. Als Strahlenquelle diente eine Hg-Höchstdrucklampe HBO 500, deren Strahlung durch die Schottfilter 4 mm GG 13, 1 mm BG 19 und 20 mm Wasser gefiltert wurde. Die applizierte Oberflächendosis betrug 10^8 erg/cm².

Ergebnisse. Die *Erythrozyten* zeigten bei Ausgangswerten über 5,5 Mill. Zellen/mm³ stets ein Absinken um 15 bis 20%, während Werte um 5 Mill./mm³ unverändert blieben. Lagen die Ausgangswerte dagegen um 4,5 Mill./mm³, so fanden sich Anstiege zwischen 10 und 17%. Die Veränderungen waren am Ende der Beobachtungszeit noch nicht abgeklungen. Der *Hämoglobinwert* änderte sich entsprechend der Erythrozytenbewegung, erreichte aber nie gleiche Ausmaße. Eine Vermehrung der *Reticulozyten* erfolgte bei Anstieg der Erythrozytenzahl, sonst blieb der Anteil dieser Zellen an der Gesamtzahl der roten Blutkörperchen unverändert. Das sichtbare Licht scheint also auf das rote Blutbild im Sinne einer Normalisierung zu wirken.

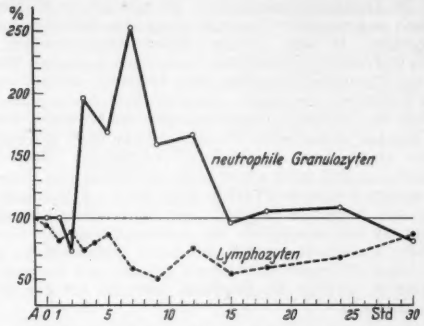


Fig. 1. Reaktion der neutrophilen Granulozyten (Ausgangswert A = 1530/mm³; ausgezogene Kurve) und der Lymphozyten (A = 4500/mm³; gestrichelte Kurve) nach Belichtung mit dem Spektralbereich 4000 bis 8000 Å; Dosis 10^8 erg/cm².

Die *Leukozytenzahl* verhielt sich uneinheitlich, es ließ sich sowohl Vermehrung als auch Verminderung, teilweise auch Unbeeinflußtbleiben beobachten. Größere Schwankungen traten gar nicht auf. Eine Abhängigkeit vom Ausgangswert ließ sich bei dem zur Verfügung stehenden Material nicht ermitteln.

Im *Differentialblutbild* (Fig. 1) zeigte sich jedoch eine ausgesprochene STRESS-Reaktion, die sich vom Verhalten der Kontrolltiere deutlich abgrenzen ließ. Im Anschluß an die Bestrahlung kam es zu starkem Anstieg der *neutrophilen Granulozyten*, der sein Maximum meist um die 7. bis 9. Stunde aufwies. Gegen die 18. Stunde war der Ausgangswert im allgemeinen wieder erreicht. Das Ausmaß der Steigerung (zwischen 40 und 500%!) erwies sich als erheblich ausgangswertabhängig: Je niedriger der Ausgangswert lag, um so höhere Werte erreichte die Steigerung. Bei Ausgangswerten unter 1000 Zellen/mm³ war zudem die Zellvermehrung am Ende der Beobachtungszeit noch nicht abgeklungen. Im Verlaufe der Veränderungen ließ sich stets auch eine geringfügige Zunahme des Anteils der Stabkernigen feststellen. Allerdings kam es nie zu einer ausgeprägten Linksverschiebung. Dementsprechend bestand die Reaktion der *Lymphozyten* in einem Absinken, das infolge mangelnder Abhängigkeit von der Ausgangslage ein einheitlicheres Bild zeigte. Die Lymphozytenverluste betrugen 50 bis 60%, das Minimum lag um die 9. bis 12. Stunde. Die Rückkehr zum Ausgangswert erfolgte verschieden schnell, war aber nach 30 Std meist abgeschlossen.

Über das Verhalten der *Eosinophilen* und *Monozyten* lassen sich infolge ihrer sehr geringen Anzahl im Kaninchenblut keine sicheren Angaben machen. Die *basophilen Zellen*, die zahlenmäßig stärker vertreten sind, reagierten fast stets mit einer relativen und absoluten Vermehrung, oft um das Mehrfache des Ausgangswertes, die ihren Höhepunkt nach 8 bis 12 Std erreichte.

Aus dem Dargestellten geht hervor, daß der sichtbare Spektralbereich bei genügend hoher Dosierung — auch bei Ausschluß der Reizperzeption durch die Augen — in der Lage ist, auf das periphere Blutbild eine Wirkung auszuüben, wie

sie für die verschiedenen UV-Bereiche bekannt ist. Eine eingehende Mitteilung ist vorgesehen.

Institut für Strahlenforschung der Humboldt-Universität (Direktor: Prof. Dr. W. FRIEDRICH), *Berlin N 4, Invalidenstraße 42.*

ERNST SPODE.

Eingegangen am 11. November 1953.

[1]) CLARK, J.: Amer. J. Hyg. 1, 39 (1931).
[2]) GREB, E.: Med. Diss. Frankfurt 1951.
[3]) RUDDER, B. DE: Arch. Kinderheilk. 128, 97 (1943).
[4]) HOLLWICH, F.: Münch. med. Wschr. 1949, 212.
[5]) HOLLWICH, F.: Graefes Arch. 149, 592 (1943).

Über experimentell induzierte vermutliche Plasmonmutationen.

Plasmonmutationen sind, abgesehen von Plastidenmutationen, bisher nicht beobachtet worden. Nachdem jahrelange Bestrahlungsversuche mit verschiedensten Röntgenstrahlendosen, Behandlung mit Giften und physikalischen Agentien erfolglos geblieben waren, entstanden 1953 an den Epilobium-hirsutum × parviflorum-Bastarden während der Plasmaabänderung nach Behandlung mit radioaktivem P^{32} und S^{35} neuartige Plasmotypen, die mit großer Wahrscheinlichkeit auf mutative Veränderungen des Zytoplasmons zurückgehen. In den Isotopen-Behandlungsversuchen, über deren Durchführung und über deren hohe mutagene Wirkung auf die Kerngene hier schon kurz berichtet wurde[1]), wurden auch Epilobium-hirsutum × parviflorum-Bastarde einbezogen. In dem auf die Behandlung folgenden Winter traten während der spontan ablaufenden Plasmonabänderung[2]) erstmalig die neuen Plasmotypen cuneifolium (keilförmige Blätter) und serratifolium (schmale, scharf gezähnte Blätter) auf (Tabelle 1). Die exakte genetische Prüfung dieser beiden Typen wird noch Jahre in Anspruch nehmen und manche Schwierigkeiten bieten, da bei cuneifolium die meisten Blüten im Knospenstadium abgestoßen werden und beide Abänderungen pollensteril sind. Es lassen sich jedoch aus Art und Zeitpunkt des Auftretens wichtige Rückschlüsse über die Art der Abänderungen ziehen.

Tabelle 1. *Plasmonabänderungen des Epilobium hirsutum$_{Essen}$ × parviflorum$_{Tübingen}$-Bastardes.*

	Kontrolle	parv. Gen-Mutation	Behandlung mit						
			S^{35}			P^{32}			
			I	II	III	IV	V	VI	VII
Pflanzenzahl	1201	6794	53	86	172	21	46	49	9
Zahl der Änderungen	554	3464	59	174	271	24	55	72	16
serratifolium (%)	0	0	0	3,4	13,7	0	0	2,8	6,3
cuneifolium (%)	0	0	0	0	3,7	0	12,7	18,1	31,3
vernicosum (%)	18,6	16,5	6,8	9,2	2,6	25,0	0	0	0
adaequatum (%)	19,6	18,5	37,3	24,7	29,2	20,8	23,6	25,0	12,5
longifolium (%)	8,1	8,1	5,1	9,8	3,3	4,2	1,8	4,2	6,3
irregulare etc. (%)	24,6	26,3	22,0	29,3	17,0	16,7	30,9	11,1	12,5
stenophyllum (%)	4,2	3,1	0	1,1	0,7	4,2	0	2,8	6,3
contractum (%)	6,5	12,6	22,0	17,2	21,0	20,8	12,7	16,7	12,5
neue Typen (%)	18,5	14,9	6,8	5,2	8,9	8,3	18,2	19,4	12,5

Die Abänderungen können wohl kaum auf Mutationen der Kerngene beruhen. Es wäre sonst nicht verständlich, daß 1. dieselben spezifischen Abänderungstypen in einer so hohen Häufigkeit auftreten. Bei den bisher untersuchten Mutationen der Kerngene von Epilobium wurde noch nie dieselbe Mutation mehrmals gefunden. 2. Die neuen Abänderungen traten völlig gleichzeitig mit den übrigen Plasmonabänderungen auf — unabhängig davon, ob die Isotopenbehandlung im Februar oder drei Monate später im Mai durchgeführt wurde —, zu einem Zeitpunkt, in dem die Aktivität der Isotope auf Grund der Halbwertszeit bei S^{35} auf mindestens $^1/_8$, bei P^{32} sogar auf rund $^1/_{100000}$ der zu Beginn des Versuches vorhandenen Aktivität gesunken war. 3. Die zahlreichen bisher untersuchten, zum Teil durch dieselben Isotope hervorgerufenen Mutationen der Kerngene manifestieren sich auch im Epilobium-hirsutum × parviflorum-Bastard in ganz anderer Weise. 4. Der neue Abänderungstyp cuneifolium änderte dreimal gleitend zum besser wachsenden Plasmotyp adaequatum ab, wie das auch bei dem eindeutigen Plasmotyp vernicosum häufig vorkommt. Ein solches Verhalten ist nach einer Gen- oder Plastidenmutation nicht möglich.

So erscheint es wesentlich wahrscheinlicher, daß eine schon zur Zeit der höheren Isotopenaktivität entstandene Mutation der plasmatischen Erbträger bei der spontanen Plasmonabänderung aussortiert wird. Eine rein selektive Wirkung der Isotope auf die Plasmonabänderung ist auf Grund der im Winter vorhandenen geringen Aktivitäten zum mindesten bei den P-Versuchen nicht wahrscheinlich. Die spontane Plasmonabänderung begann im Oktober, da bei Bastarden, die Anfang Oktober in ein temperiertes Gewächshaus gestellt wurden, im Gegensatz zu den im Freiland oder in einem ungeheizten Haus verbleibenden Pflanzen das Auftreten von Plasmonabänderungen unterblieb. Zu diesem Zeitpunkt galten die oben angegebenen verminderten Aktivitäten.

Der Plasmotyp cuneifolium beruht vermutlich auf einer Abänderung des Zytoplasmons, da die gleitende Abänderung von cuneifolium zum Plasmotyp adaequatum nur verständlich ist, wenn die Zahl der beteiligten „Plasmagene" außerordentlich groß ist.

Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Voldagsen/Elze. P. MICHAELIS.

Eingegangen am 30. November 1953.

[1]) MICHAELIS, P.: Naturwiss. 40, 534 (1953).
[2]) MICHAELIS, P.: Z. Vererbungslehre 83, 36 (1949). — Adv. Genet. (im Druck).

Nachweis der biologischen Wirksamkeit elektrischer Wechselfelder niedriger Frequenz.

An Hand eines großen Zahlenmaterials (Wetterbeschwerden bei Kranken, Amputierten und Hirnverletzten; Reaktionszeiten; Geburten- und Todesziffern; Verkehrs- und Betriebsunfallziffern; etwa 500000 Einzelwerte mehrerer Jahre) wurde nachgewiesen[1],[2]), daß eine gesicherte, überzufällige Beziehung zwischen dem Auftreten meteorologisch bedingter, elektromagnetischer Impulse aus der Atmosphäre [„atmospherics", „Infra-Langwellenstörungen"[1])] und verschiedenen biologischen Erscheinungen beim Menschen existiert. Diese Infra-Langwellenstörungen sind somit *„Indikatoren für biotrope Wetterlagen"*. Es ist nun zu fragen, ob elektrische Erscheinungen genannter Art auch als *Kausal*faktoren in Betracht kommen. Gewisse Voraussetzungen dafür, wie Beziehung zum Wetterablauf, Ausbreitung über große Gebiete, Eindringen in Innenräume u. a., sind gegeben.

Positiv ausgefallene, eigene Vorversuche[3]) und die Ergebnisse von SCHUÀ[4]) ermutigten zur Ausführung längerer Meßreihen. Dabei wurden leicht narkotisierte (Pernocton), auf Tierbrettern fixierte Meerschweinchen im Bereich des Bauches einem Kondensatorfeld ausgesetzt (etwa 10 cm Plattenabstand). Als Indikator für eine biologische Wirkung im Unterhaut-Bindegewebe wurde das Gewebs-p_H[5]) herangezogen. Dessen Messung erfolgte mit Hilfe einer subkutanen Antimon-Mikroelektrode und einer an einem Hautschnitt angebrachten Calomel-Bezugselektrode. Die Meßgenauigkeit betrug 0,005 für relative Änderungen des p_H. Die elektrischen Felder wurden bei der einen Meßreihe aus *Rechtecksimpulsen* (elektronischer Impulsgenerator), bei der anderen aus *„natürlichen" Infra-Langwellenimpulsen* (mittels Antenne empfangen und elektronisch dem Plattenfeld zugeleitet) aufgebaut. Im ersten Falle konnte die Impulsfrequenz zwischen 50 Hz und 200 kHz kontinuierlich variiert werden, im zweiten war das ausgeblendete Frequenzspektrum durch die Bandbreite des Empfängers (Breitband: 10 bis 50 kHz) festgelegt. Die Amplitudenmessung der Wechselfelder erfolgte direkt mit dem BRAUNschen Rohr.

Es konnte bei jeder der zahlreichen Messungen eine charakteristische Abweichung des Gewebs-p_H um 0,02 bis 0,1 vom Ruhewert im Wechselfeld beobachtet werden. In sehr vielen Fällen (Fig. 1a) folgt nach Einschalten des Feldes („*E*") auf eine Säuerung eine Alkalisierung bei ziemlich glattem Kurvenverlauf. Häufig findet man auch starke Schwankungen des p_H oder schließlich — seltener — überwiegende Säuerung. Nach Abschalten des Feldes („A") beruhigt sich der p_H-Wert und strebt der alten oder auch einer leicht veränderten Ruhelage („Hysterese") zu. Wie die Versuche zeigten, spielt die Feld*amplitude* nur eine untergeordnete Rolle. Die Effekte

können mit so geringen Feldstärken ausgelöst werden, wie sie auch *in der freien Natur vorkommen.*

Bei den Versuchen mit den (arhythmischen) Infra-Langwellenimpulsen überwiegt die *Alkalisierung* des Gewebes; die extremalen Abweichungen (Fig. 1b) sind größer als bei der Anwendung der rhythmischen Rechtecksimpulse.

Gewebs-p_H-Veränderungen werden nur im *direkt bestrahlten Gewebe* selbst beobachtet. Bestrahlt man nämlich nur den

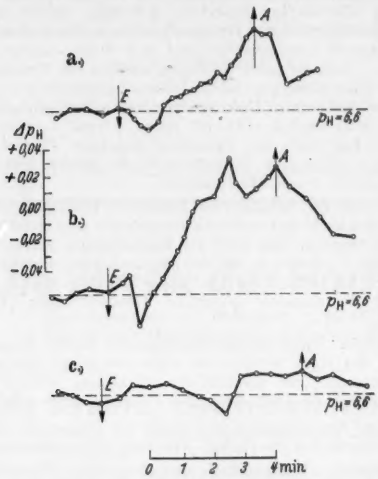


Fig. 1 a—c. Zeitliches Verhalten des p_H im Unterhaut-Bindegewebe des Bauches bei Bestrahlung des Gewebes im elektrischen Wechselfeld. Abszisse: Zeit (in Minuten; Maßstab unten). Ordinate: Relative p_H-Änderung Δp_H (Maßstab links). Die gestrichelte waagerechte Linie gibt den Ruhewert $p_H = 6{,}6$ an. Die Pfeile bedeuten: *E* Einschalten des Feldes; *A* Ausschalten des Feldes. a Rechtecksimpulse: Frequenz 7000 Hz, Feldstärke 5,3 V/cm. b Infra-Langwellenimpulse im Bereich 10 bis 50 kHz; Feldstärke 0,02 bis 0,3 V/cm. c Infra-Langwellenimpulse im Bereich 10 bis 50 kHz; Lokalbestrahlung des Kopfes bei 5,2 V/cm.

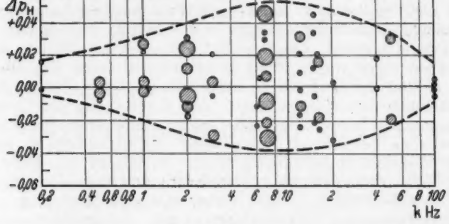


Fig. 2. Extremale Abweichungen des p_H von der Ruhelage als Funktion der angewandten Frequenzen (alle Messungen). Die Kreisflächen verhalten sich etwa wie die jeweiligen Feldstärken. Impulsfrequenz der Rechteckimpulse (in kHz). Ordinate: Δp_H-Extremum.

Kopf des Tieres und mißt weiter im Bauch-Hautgewebe (Fig. 1c), so treten selbst bei hohen Feldstärken nur geringe p_H-Abweichungen auf. Dies besagt auch, daß die oben nachgewiesenen p_H-Veränderungen nicht auf einem primär-zentralen Vorgang beruhen können, sondern wahrscheinlich unmittelbar auf dem Wege einer *Beeinflussung der Zellmembranpermeabilität*[5]) zustande kommen. Trägt man die extremalen p_H-Verschiebungen aller Versuche mit Rechtecksimpulsen als Funktion der Impulsfrequenz auf, so ergibt sich Fig. 2. Sie zeigt, daß die jeweils angewandte *Feldstärke* (Kreisfläche!) *das Ergebnis nicht merklich beeinflußt.* Dagegen besteht eine deutliche *Frequenzabhängigkeit* mit einer optimalen biologischen Wirkung im Bereich zwischen 4 und 20 kHz. Dies ist auch der Infra-Langwellenfrequenzbereich, welchen wir bei unseren statistischen (s. oben) Untersuchungen zugrunde gelegt haben.

Die Infra-Langwellenstörungen der Atmosphäre müssen somit — freilich gemeinsam mit anderen Elementen — bei der Diskussion bio-klimatischer Kausalfaktoren mit in Betracht gezogen werden.

Physikalisch-Bioklimatische Forschungsstelle München.

Eingegangen am 11. November 1953. R. Reiter.

[1]) Reiter, R.: Arch. Meteorol., Geophys., Ser. B, 4, 328 (1953).
[2]) Reiter, R.: Angew. Meteorol. 1, H. 10 (1953).
[3]) Reiter, R.: Strahlenther. 89, 628 (1953).
[4]) Schuh, L.: Naturwiss. 40, 514 (1953).
[5]) Reiter, R.: Grenzgeb. Med. 1, 233 (1948).

Über einen rasch ablaufenden Adaptationsvorgang nach Blendung.

Beim Übergang vom Dunkleren zum Helleren (Helladaptation) sind schnelle, unmittelbar einsetzende Änderungen der Augenempfindlichkeit bekannt und gemessen worden[1]). Es wird angenommen, daß sie ebenso rasch in entgegengesetzter Richtung verlaufen. Sie werden α-Adaptation genannt gegenüber den sich anschließenden erheblich langsamer ablaufenden Empfindlichkeitsänderungen der sog. β-Adaptation. Diese

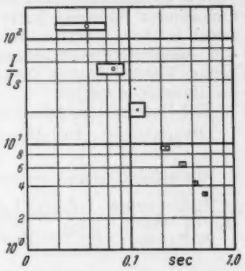


Fig. 1. Abhängigkeit der relativen Augenempfindlichkeit von der Zeit nach der Blendung. Ordinaten: I/I_s = Vielfaches der Schwellenintensität I_s, die eben wahrgenommen wird. — Abszisse: Zeit zwischen Blendung und Prüflicht. — (Doppelt logarith. Maßstab.)

kurze Mitteilung berichtet über Messungen der raschen Empfindlichkeitsänderungen beim umgekehrten Vorgange: Der Dunkeladaptation. Als Ausgangs- und Bezugspunkt dient der dunkeladaptierte Zustand — bei diesen Versuchen 45 min Aufenthalt der Versuchsperson (Vp) im Dunkeln nach Voradaptation mit einer Röntgenbrille.

Die Vp sitzt mit den Augen in 50 cm Abstand von einer senkrecht vor ihr stehenden 35×30 cm Milchglasscheibe. Dreierlei kann von rückwärts auf diese Scheibe projiziert werden:

1. zentral eine homogen ausgeleuchtete Kreisfläche (⌀ 5 cm), die bei der angegebenen Entfernung unter fast 6° erscheint, (Das später sog. Prüflicht.)
2. senkrecht über dem Prüflicht mit einer Exzentrizität von 12,5° eine rote kreisförmige Fixiermarke von 3 bis 4 mm Durchmesser,
3. das sog. Blendlicht, das die gesamte Scheibe einigermaßen homogen ausleuchtet.

Die Intensität und Darbietungszeit von Prüflicht und Blendlicht sind variabel einstellbar. Weiterhin ist in einem automatisch arbeitenden Mechanismus die Zeit einstellbar, mit der der Beginn des Prüflichtes dem Ende des Blendlichtes folgt. (Einzelheiten der Versuchsanordnung werden demnächst veröffentlicht.) Bei den vorliegenden Untersuchungen beträgt die Darbietungszeit des Blendlichtes konstant 960 msec, die des Prüflichtes konstant 40 msec.

Die dunkeladaptierte Vp fixiert mit beiden Augen die Fixiermarke und bestimmt zunächst die Schwellenintensität I_s des Prüflichtes. (Kriterium: Sichtbarkeit bzw. Unsichtbarkeit und Mittelung der Werte.) Diese Schwellenintensität I_s bildet stets den Bezugswert für alle anderen Intensitäten und wird gleich 1 gesetzt. Hierdurch fallen die bekannten individuellen und zeitlichen Schwankungen des absoluten Wertes der Schwellenintensität für diese Betrachtung weg. Nun wird die Intensität des Blendlichtes auf ein bestimmtes Vielfaches des ermittelten Wertes von I_s eingestellt. Bei dieser Versuchsreihe ist das Blendlicht 1000mal stärker als die Schwellenintensität I_s. Schließlich wird die Zeit eingestellt, mit der das Prüflicht der Blendung folgt. (In Fig. 1 die Abszisse.) Einmal ausgelöst, läuft die ganze Einrichtung automatisch ab; zuerst die Blendung, dann die eingestellte Dunkelzeit und anschließend 40 msec Prüflicht. Jetzt wird die Intensität des Prüflichtes so lange erhöht, bis sie nach Blendung und Dunkelintervall eben wahrgenommen werden kann. (Eingabelung

des Wertes wie oben bei der Bestimmung von I_s.) Der Lidschlag muß natürlich bei den Messungen vermieden werden. Die so ermittelte Intensität I des Prüflichtes wird als Vielfaches von I_s angegeben — die Ordinate in Fig. 1 — und bildet ein Maß für die Empfindlichkeit, die das Auge eine bestimmte Zeit nach der Blendung wieder erreicht hat. Fig. 1 gibt den Verlauf der Empfindlichkeit für verschiedene kurze Zeiten nach der Blendung wieder, wobei der Beginn des Prüflichtes bis 20 msec dem Ende der Blendung angenähert werden konnte. Zu beachten ist die doppelt logarithmische Darstellung und die hierdurch bedingte Verzerrung der konstanten Darbietungszeit des Prüflichtes.

Überraschend und bemerkenswert ist der rasche Anstieg der Empfindlichkeit nach der Blendung. 0,5 sec nach 1 sec Blendung mit dem 1000fachen der Schwellenintensität I_s kann schon wieder fast das Dreifache dieses Schwellenwertes wahrgenommen werden. Das fast lineare Aussehen des Verlaufes in der logarithmischen Darstellung läßt auch gewisse Vermutungen über die Kinetik der photochemischen Prozesse zu, die mit diesem Verhalten verknüpft sein dürften. Praktisch bestätigt dieses Ergebnis u. a. eine alte Erfahrung von Kraftfahrern, auf die kürzlich O. F. Ranke[2]) noch besonders hingewiesen hat. Wird ein Autofahrer nachts — also in einem relativ dunkeladaptierten Zustand — von einem entgegenkommenden Fahrzeug kurze Zeit geblendet, so ist er meist selbst erstaunt darüber, wie schnell er wieder sehen kann, d.h. Gegenstände in seinem eigenen Scheinwerferlicht erkennt. Hierbei dürften die raschen Adaptationsvorgänge mit die Hauptrolle spielen.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Physiologische Anstalt der Freien Universität Berlin-Dahlem.

Franz-Josef Haberich.

Eingegangen am 10. Oktober 1953.

[1]) Schouten, J. F., u. L. S. Ornstein: J. Opt. Soc Amer. **29**, 168 (1939).
[2]) Ranke, O. F.: Die Blendung. Motorwelt **6**, 241 (1953).

Erfolgreiche Homotransplantation der Haut unter Calcistin-Permalon-Behandlung bei Kastraten.

Die Kastration neugeborener Ratten beiderlei Geschlechts führt zu einer Verbesserung der homoplastischen Einheilquote von 15 auf 45% der Fälle, wenn man 3 Monate nach der Kastration hinreichend dünne Hautlappen zwischen gleichgeschlechtlichen Wurfgeschwistern austauscht[1]). — Unter den gleichen Transplantationsbedingungen, jedoch bei nicht verwandten, nicht kastrierten Tieren kann man durch Antihistamin-Na-Salizylat-Behandlung die Dauereinheilung von 5 auf 35% der Fälle verbessern[2]),[3]). Daraufhin stellte ich die Frage, wie sich die homoplastische Einheilquote verhalte, wenn beide Bedingungskomplexe gleichzeitig vorlägen.

Methodik. Unmittelbar nach der Geburt wurden Ratten beiderlei Geschlechts kastriert, 3 Monate später zwischen gleichgeschlechtlichen Wurfgeschwistern Bauchhautlappen nach Krause transplantiert und, wie unten angegeben, behandelt. Nach weiteren 60 Tagen wurden die Transplantate auf ihre Einheilung geprüft[3]). Behandlungsschema: Als Antihistaminikum wurde *Calcistin* (Luvistin-Ca-Komplex, Boehringer) 4mal täglich 0,25 cm³ (etwa 0,6 mg Luvistin) vom 1. bis 6. Tag nach der Operation gegeben; *Permalon* (Na-Salizylat-Cu-Komplex, Chemische Werke Albert) 2mal täglich 0,2 cm³ (etwa 20 mg Na-Salizylat).

Die Zahl der behandelten Kastraten betrug 40, die Zahl der zur Kontrolle dienenden unbehandelten und nicht kastrierten Tiere war 64. Die Zahl der Einheilungen betrug bei den Kontrollen 9 oder 14%, bei den Kastraten 33 oder 82%. Die Differenz der relativen Häufigkeit ist also 82 − 14 = 68%, während die erlaubte maximale Grenzdifferenz (Koller) 29% ist.

Ergebnis. Unter diesen Bedingungen heilen Homotransplantate der Haut in 80% der Fälle ein gegen 15% bei den Kontrolltieren. Die ausführliche Mitteilung ist im Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie vorgesehen.

Institut für Medizin und Biologie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Abteilung Pharmakologie.

Institut für Pharmakologie und Toxikologie der Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin-Buch, Lindenberger Weg 70.

Peter Schäfer.

Eingegangen am 30. November 1953.

[1]) Schäfer, P.: Arch. exp. Path. u. Pharmakol. **218**, 483 (1953).
[2]) Schäfer, P.: Naturwiss. **40**, 392 (1953).
[3]) Schäfer, P.: Arch. exp. Path. u. Pharmakol. (im Druck)

Besprechungen.

Henry, N. P., H. Lipson, W. A. Wooster: The Interpretation of X-Ray Diffraction Photographs. London: Macmillan & Co. 1951. 258 S., 231 Fig. u. 10 Tab. Preis 43 sh.

Die Erforschung von Kristallstrukturen mit Röntgenstrahlen bildet eine wirkungsvolle Experimentalmethode der heutigen Festkörperkunde. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, diese Methode in drei getrennte Schritte einzuteilen: 1. Gewinnung von Streuergebnissen (d.h. Substanzbehandlung, Aufnahmetechnik), 2. Transformation des Streuergebnisses in eine F^2-Funktion im Wellenzahlraum (d.h. Deutung von Röntgenfilmen), 3. Herleitung der Elektronendichtefunktion im Ortsraum aus der F^2-Funktion (d.h. Kristallstrukturbestimmung im engeren Sinne). Während für die Schritte 1 und 3 gute und moderne Werke in größerer Anzahl vorhanden sind, wird der Schritt 2 immer nur nebenher mitbehandelt. Es kennzeichnet das Einfühlungsvermögen der Autoren, daß sie kein neues Buch über Schritt 1 bis 3 geschrieben haben, sondern sich im wesentlichen auf Schritt 2 beschränken. In der deutschen Literatur besitzen wir zwar das inhaltsreiche Buch von F. Halla und H. Mark, das den Gegenstand eingehend behandelt, jedoch ist dieses Werk bereits 15 Jahre alt, d.h., gemessen an der raschen Entwicklung auf dem Gebiet, nicht mehr überall auf dem neuesten Stand. — Es ist bekannt, daß die Aktivität auf dem Gebiet der Röntgenmethoden in den letzten 20 Jahren am größten in den Ländern angelsächsischer Sprache war. (Präzessionsaufnahmen, Multiple Film, Hanawaltkartei usw.) Wir dürfen deshalb den Autoren dankbar sein, daß sie sich der Mühe unterzogen haben, ein solches Buch zu schreiben.

In vier einleitenden Kapiteln werden Kristallgeometrie, Röntgenstreutheorie und Aufnahmetechnik abgehandelt in einer zwar nicht sehr systematischen, jedoch für den Anfänger um so leichter verständlichen Weise. Alsdann wird die Deutung von Oszillations-, Laue- und Weissenberg-Aufnahmen dargelegt, insbesondere werden alle Schritte, wie sie sich in der Praxis ergeben, durchgeführt. Bemerkenswert ist, daß die vielen vorgeführten Filme in natürlicher Größe abgebildet sind, so daß der Leser daran selbst alle in Frage kommenden Operationen durchführen kann. Die Feststellung der Orientierung von Einkristallen und Gefügen wird ebenso wie die Aufsuchung besonderer Symmetrien von Kristallen in weiteren Kapiteln auseinandergesetzt. Es folgen die Pulvermethode (Aufnahmetechnik, Indizierung und Präzisionsgitterkonstantenbestimmung) und ferner spezielle Methoden zur Intensitätsmessung, Intensitätsrechnung, Sekundärstrukturuntersuchung und Phasenidentifikation. In Anhängen werden Tabellen und Daten gegeben, die von Bedeutung sind, wenn man die Internationalen Tabellen nicht zur Hand hat.

Die Literaturhinweise sind hauptsächlich angelsächsischer Herkunft. Überhaupt werden Namen nicht sehr sorgfältig zitiert. Beispielsweise fällt bei der vektoriellen Reflexionsbedingung der „geometrischen" Streutheorie nicht der Name v. Laues, während die skalar spezialisierte Bedingung Bragg*sches Gesetz* genannt wird. Eine umfangreichere Bibliographie wäre allenthalben von großem Nutzen gewesen. Jedoch sind das untergeordnete Mängel, die sich in späteren Auflagen leicht beseitigen lassen. Wesentlich ist, daß das Buch sehr nützlich für den Studenten ist, der sich in die röntgenographische Technik einarbeiten will, ferner, daß es der Forscher, der die Methode bereits handhabt und sich über die neueren Fortschritte auf dem Gebiet unterrichten möchte, gern heranziehen wird, schließlich daß es geeignet ist als „Laborbuch", d.h. als Werk, das die meisten Angaben, Formeln und Zahlentabellen enthält, die man bei der Anwendung der Röntgenographie auf das Problem der Struktur der Festkörper immer wieder benötigt.

K. Schubert (Stuttgart).

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

BORKUM JUIST NORDERNEY
BALTRUM LANGEOOG SPIEKEROOG WANGEROOGE

Meer, Strand mit feinem, weißen Sand – echte Erholung

„Schöne Ferienziele" g. Rückporto vom LVV Ostfriesland, Emden

Iso-Debyeflex der neue

Röntgenapparat mit kontinuierlich konstanter Gleichspannung für Feinstruktur-Untersuchungen

in Verbindung mit Interferenz-Goniometer und Zählrohrgerät mit Universal-Registriergerät

Rich. Seifert & Co. · Hamburg 13

Röntgenwerk

Die Physik der Hochpolymeren

Herausgegeben von Professor Dr. **H. A. Stuart,** früher Direktor des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule Dresden, zur Zeit Gastprofessor an der Universität Mainz. In 4 Bänden.

Erster Band:

Die Struktur des freien Moleküls

Allgemeine physikalische Methoden zur Bestimmung der Struktur von Molekülen und ihre wichtigsten Ergebnisse.
Von **H. A. Stuart,** früher Direktor des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule Dresden, zur Zeit Gastprofessor an der Universität Mainz. Mit 189 Abbildungen. XXI, 609 Seiten. 1952.
Ganzleinen DM 69.—

Inhaltsübersicht: Zusammenstellung der am häufigsten benutzten Formelzeichen. — Einleitung. — **I. Valenz- und Molekularkräfte:** Hauptvalenzkräfte. Allgemeine molekulare Kräfte. — **II. Größe und Form der Moleküle.** — **III. Das Kerngerüst der Moleküle:** Bestimmung von Kernabständen mit Hilfe von Röntgen- und Elektroneninterferenzen. Spektroskopische Bestimmung von Trägheitsmomenten und Kernabständen. Ergebnisse. — **IV. Die innere Beweglichkeit der Moleküle und deren statistische Form:** Innermolekulares Potential, Drehbarkeit und ausgezeichnete Strukturen. Die statistische Form von Fadenmolekülen. — **V. Dielektrizitätskonstante, elektrisches Moment und Molekülstruktur:** Allgemeiner Teil. Elektrisches Moment und Molekülstruktur. — **VI. Lichtzerstreuung, Polarisierbarkeit und Molekülstruktur:** Lichtzerstreuung an kleinen Molekülen im Gaszustande. Lichtzerstreuung an Molekülen in Lösung. — **VII. Elektrische Doppelbrechung, optische Anisotropie und Molekülstruktur.** — **VIII. Eigenschwingungen des Kerngerüstes:** Allgemeiner Teil. Eigenschwingungen und Molekülstruktur. — **IX. Lichtabsorption und Konstitution.** Von G. Scheibe und R. Fauss. — Namen- und Sachverzeichnis.

Zweiter Band:

Das Makromolekül in Lösungen

Bearbeitet von **H. Buchholz-Meisenheimer, R. M. Fuoss, J. Hengstenberg, W. Jost, J. Juilfs, G. Kortüm, O. Kratky, A. Münster, A. Peterlin, G. Porod, G. Schramm, G. V. Schulz, U. P. Strauß, H. A. Stuart.** Mit 323 Textabbildungen. XX, 782 Seiten. 1953. Ganzleinen DM 89.60

Inhaltsübersicht: I. Teil: **Allgemeine Eigenschaften von Lösungen mit Makromolekülen. Thermodynamische Betrachtungen.** Von G. Kortüm, Tübingen, und H. Buchholz-Meisenheimer, Heidelberg. — **Statistische Thermodynamik hochmolekularer Lösungen.** Von A. Münster, Frankfurt a. M. — **Löslichkeit und Quellung.** Von A. Münster, Frankfurt a. M. — **Kinetische und Transporterscheinungen.** Von W. Jost-Darmstadt. — **Viscosität.** Von A. Peterlin, Ljubljana. — **Lichtzerstreuung in Mischungen und Lösungen von Makromolekülen. Einfachstreuung und Mehrfachstreuung.** Von A. Peterlin, Ljubljana. — 2. Teil: **Besondere Methoden zur Bestimmung der Konstitution von Makromolekülen und Kolloidteilchen in Lösungen und Suspensionen. Einleitung.** Von H. A. Stuart-Mainz. — **Osmotischer Druck.** Von G. V. Schulz, Mainz. — **Sedimentation und Diffusion von Makromolekülen.** Von J. Hengstenberg, Ludwigshafen a. Rh. — **Lichtzerstreuung an Lösungen mit Kornmolekülen und Kolloidteilchen.** Von H. A. Stuart, Mainz. — **Röntgenkleinwinkelstreuung von makromolekularen Lösungen.** Von O. Kratky, Graz, und G. Porod, Graz. — **Viscosität und Form.** Von A. Peterlin, Ljubljana. — **Künstliche Doppelbrechung.** Von A. Peterlin, Ljubljana, und H. A. Stuart, Mainz. — **Dielektrische Dispersion und Relaxation bei Lösungen mit Makromolekülen.** Von H. A. Stuart, Mainz, und J. Juilfs, Krefeld. — **Form und innere Beweglichkeit von Fadenmolekülen in Lösung.** Von H. A. Stuart, Mainz. — **Polyelectrolytes.** By Ulrich P. Strauß, New Brunswick, and Raymond M. Fuoss, New Haven/Conn. — **Größe und Form von Proteinmolekülen.** Von G. Schramm, Tübingen. — **Bestimmung der Molekulargewichtsverteilung durch Zerlegung in Fraktionen.** Von G. V. Schulz, Mainz. — Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Physiologie des Gehörs

Von Dr. **Otto F. Ranke**, o. ö. Professor der Physiologie, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Erlangen. Mit 132 Abbildungen.

Physiologie der Stimme und Sprache

Von Dr. **Hans Lullies**, o. Professor der Physiologie, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität des Saarlandes. Mit 78 Abbildungen. IX, 302 Seiten. 1953. Ganzleinen DM 39.60

(Lehrbuch der Physiologie in zusammenhängenden Einzeldarstellungen. Unter Mitarbeit einer Reihe von Fachmännern herausgegeben von W. Trendelenburg † und E. Schütz.

Inhaltsübersicht:

Physiologie des Gehörs. Von Professor Dr. O. F. Ranke-Erlangen.

Einleitung. **Adäquater Reiz. Physikalische Akustik.** Allgemeines. Frequenz. Amplitude und Maßsysteme. Laufende Wellen und Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Reflexion und stehende Wellen. Dämpfung. Eigenschwingung und Resonanz. Modulation und Schwebungen. Abweichungen vom Hookeschen Gesetz und Kombinationstöne. — **Reiztransportorgan.** Einleitung und Abgrenzung. Äußeres Ohr und Gehörgang. Anatomische Vorbemerkungen zum Mittelohr. Statik der Gehörknöchelchenkette. Dynamik der Gehörknöchelchenkette. Schallenergietransport durchs Mittelohr. Die Mittelohrmuskeln und ihre Wirkung. Knochenleitung. Entstehung von Kombinationstönen im Mittelohr. Inadäquate elektrische Reizung des Ohres. — **Die Schnecke als Reizverteilungsorgan.** Anatomische Vorbemerkungen. Physikalische Grundlagen. Modellgesetze. Modelle der Schnecke und die darin beobachteten Schwingungen. Die Resonanzhypothese. Schallbilderhypothese. Hydrodynamische Theorie. Veranschaulichung der Flüssigkeitsschwingungen in der Schnecke. Querbewegung der Perilymphe und Dispersion der Wellen. Beziehungen zwischen Resonanztheorie und hydrodynamischer Theorie. Anklingen und Abklingen. Verteilung der Amplitudenmaxima verschiedener Frequenzen auf die Basilarmembran. Das Hookesche Gesetz und die Abweichungen davon. Klang, Superposition und mechanische Tonverdeckung. Knall und Geräusch. Physikalische Gesichtspunkte zur Form der Hörschwellenkurve. Gesamtwirkung der Schnecke. — **Transformationsorgan.** Physik des Ductus endolymphaticus. Innere und äußere Haarzellen. Bestandsstrom und Reizfolgestrom der Sinneszellen. Entstehungsort des Reizfolgestroms. Eigenschaften des Reizfolgestroms. — **Nervenbahnen und Zentren.** Nervus cochlearis. Das Erregungsverteilungsorgan. Hörbahnen und Hörzentren. — **Empfindungen und Wahrnehmungen.** Lautstärkenunterschiedsschwelle. Adaptation und Tonverdeckung. Hörschwellen. Audiometrie. Tonhöhe und Tonhöhenunterschiedsschwelle. An- und Abklingen der Empfindung. Schwebungen und Rauhigkeit. Beidohriges Hören. Richtungshören und Schallokalisation. Entfernungsempfindung. Raumakustik. — **Schlußwort.**

Physiologie der Stimme und Sprache. Von Professor Dr. H. Lullies-Homburg/Saar.

Einleitung. Vorbemerkung. **Bau und Innervation des menschlichen Stimmapparates.** Das Gerüst und die Bänder des Kehlkopfes. Der Bewegungsapparat des Kehlkopfes und der Stimmlippen. Die Innervation des Stimmapparates. **Die Vorgänge bei der Bildung der Stimme und der Sprachlaute.** Der anblasende Luftstrom: Die Atmung beim Singen und Sprechen. Die Schwingungen der Stimmlippen. Die Schwingungen im Luftraum und die Rolle des Ansatzrohres. Die Verknüpfung der Vorgänge bei der Stimmbildung. Besondere Stimm- und Sprachformen. — **Singen und Sprechen als Ganzes.** Der Umfang der Stimme und die Stimmlage. Die Klangfarbe der Stimme und die Stimmregister. Der Stimmeinsatz. Die Genauigkeit der Stimme. Die Schallstärke und die Lautstärke beim Singen und Sprechen. Die Verbindung der Laute untereinander. Die Tonlage der Sprache und die Sprachakzente. Störungen der Stimme und Sprache. — **Anhang: Stimme und Lauterzeugung bei Tieren.** — Literaturverzeichnis zu Beitrag Ranke, Physiologie des Gehörs. — Literaturverzeichnis zu Beitrag Lullies, Physiologie der Stimme und Sprache. Sachverzeichnis.

Geschichte der Physiologie

Von Dr. med. **K. E. Rothschuh**, a. o. Professor am Physiologischen Institut der Universität Münster. (Lehrbuch der Physiologie in zusammenhängenden Einzeldarstellungen. Unter Mitarbeit einer Reihe von Fachmännern herausgegeben von W. Trendelenburg † und E. Schütz.) Mit 123 Abbildungen im Text. XI, 249 Seiten. 1953. Ganzleinen DM 29.60

Inhaltsübersicht: Einleitung. — **I. Die Physiologie der Antike:** Die Anfänge physiologischen Denkens bei den griechischen Naturphilosophen und bei den Hippokratikern. Die Physiologie des Aristoteles und der Schule von Alexandria. Galenos von Pergamon und die römische Physiologie. — **II. Die Physiologie des Mittelalters:** Frühes Mittelalter, Arabische Physiologie, Salerno. Scholastik, Renaissance, Humanismus und Ausklang des Mittelalters. — **III. Der Ausbau der Grundlagen und die Fortschritte der Physiologie im 16. und 17. Jahrhundert:** Die Erneuerung der Anatomie im 16. Jahrhundert. Die Anwendung physikalischer Prinzipien auf physiologische Probleme durch die Iatrophysiker im 17. Jahrhundert. Die Anwendung chemischer Prinzipien auf physiologische Probleme durch die Iatrochemiker. Die Entdeckung des Blutkreislaufs (Ibn an Nafis, Serveto, Colombo, Caesalpinus, Harvey, de Wale). Der weitere Ausbau der Physiologie im 17. Jahrhundert, besonders in England. Die Anfänge mikroskopischer Untersuchungen in ihrer Bedeutung für die Lösung physiologischer Probleme (M. Malpighi, A. van Leeuwenhoek). — **IV. Die Physiologie des Aufklärungszeitalters:** Hermann Boerhaave, Friedrich Hoffmann, Georg Ernst Stahl. Albrecht von Haller und der Stand der Physiologie um die Mitte des 18. Jahrhunderts. Die Physiologie am Ausgang des 18. Jahrhunderts. — **V. Die Physiologie im 19. Jahrhundert:** Allgemeine Entwicklungslinien. Das romantische Zwischenspiel in der Physiologie. Die empirische Richtung in der Physiologie am Beginn des 19. Jahrhunderts (Purkinje, Magendie usw.). Johannes Müller als Physiologe. Carl Ludwig. Der Kreis der Müller-Schüler (Helmholtz, Du Bois-Reymond, Brücke usw.). Die Schule von Carl Ludwig (Fick, v. Kries, v. Frey, Pawlow, Luciani usw.). Claude Bernard und die französische Physiologie des 19. Jahrhunderts. Die chemische Richtung der Physiologie im 19. Jahrhundert, besonders in Deutschland. Carl Voit, Otto Frank, Friedrich Leopold Goltz, Ewald Hering. Die englische und amerikanische Physiologie des 19. Jahrhunderts. Die Entwicklung der skandinavischen, holländischen und belgischen Physiologie im 19. Jahrhundert. — **VI. Rückblick, Ausblick und Schluß.** — **Schrifttum.** — **Namen- und Sachverzeichnis.**

Aus den Besprechungen: ... Das Werk ist ausgezeichnet durch historische Exaktheit, sorgfältige Abwägung des Urteils, Klarheit im Stil und didaktische Linienführung, in erster Linie für Physiologen, aber auch so geschrieben, daß jeder Mediziner, der sich für die Geschichte seines Berufes und seiner Wissenschaft interessiert, es mit Genuß lesen und die zahlreichen Einzelheiten ohne Ermüdung in sich aufnehmen wird ... Und die Biographie hat den Vorzug der unmittelbaren Lebendigkeit der Milieuschilderung. Rothschuh ist ein Meister dieser Darstellung. Er versteht es, in die Psychologie der Forscher einzudringen. Die großen Leistungen des einzelnen kommen nicht zu kurz. Die großen Forscher rücken uns menschlich näher in ihrer Eigenart, ihrem Privatleben und vor allem in ihrem Schülerkreis. So gibt es von hier aus doch wieder manchen Einblick in die großen Zusammenhänge der gesamten Physiologie. Manchmal entscheidet der Zufall, daß aus einem begabten Studenten ein Physiologe dieser oder jener Richtung wird, manchmal eine Freundschaft und Verwandtschaft, manchmal der genius loci einer Universität. Man lernt verschiedene Grundauffassungen und Gegensätze kennen, z. B. zwischen Helmholtz und Hering u. a. „Pro Medico"

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG